



# **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

## **Estudio de prefactibilidad para la ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento térmico en una empresa de gestión de residuos industriales**

### **TESINA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial

### **AUTOR**

Evelyn ANGULO ROMERO

### **ASESOR**

Walter ANDÍA VALENCIA

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Angulo, E. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento térmico en una empresa de gestión de residuos industriales*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



## ACTA N°007-DAcad-FII-2017

### SUSTENTACIÓN DE TESINA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Miércoles 05 de Abril de 2017**, a las 10:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO TÉRMICO EN UNA EMPRESA DE GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES”**


Que presenta la Bachiller:

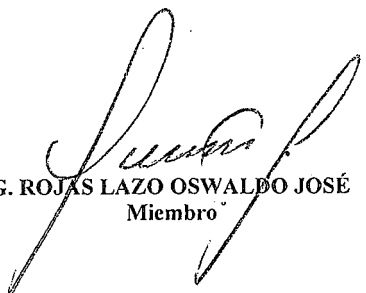
**ANGULO ROMERO EVELYN**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial en la Modalidad: **Perfeccionamiento Profesional**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las... 11:15 A.M. horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido Aprobado por unanimidad con la calificación promedio 16, lo cual se comunicó públicamente.

**Ciudad Universitaria, 05 de Abril de 2017**

  
MG. MAYTA HUATUCO ROSMERI AGUSTINA  
Presidente

  
ING. ROJAS LAZO OSWALDO JOSÉ  
Miembro

  
MG. ANDÍA VALENCIA WALTER  
Asesor

## DEDICATORIA

A mis padres.

## **RESUMEN**

En este informe se presenta el estudio de pre-factibilidad del proyecto de ampliación y mejoramiento de una Planta de Tratamiento Térmico en una empresa prestadora de servicios integrales de gestión y disposición final de residuos industriales.

Se busca ampliar la capacidad de la planta de incineración en un 100%, con valorización energética de residuos, la cual podría generar una rentabilidad de S/. 5,830,072.84 en un horizonte de 10 años, con una tasa de retorno de 44%, y con un tiempo de retorno de inversión de 3.9 años. La implementación de este proyecto generaría el aumento de la rentabilidad del servicio prestado de 8% en el primer año a 18% en el décimo año, en comparación con la proyección del estado de resultados de la situación sin la implementación del proyecto.

El aprovechamiento energético permitiría reducir costos operativos a través de la generación eléctrica para abastecimiento interno de la planta. La vanguardia tecnológica mejoraría la imagen de la empresa, ya que la tecnología propuesta aun no es aplicada en Perú.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Formulación del problema .....	3
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Antecedentes .....	4
1.5. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Definición y clasificación de residuos sólidos .....	7
2.2. Descripción de la industria de gestión de residuos .....	8
2.2.1. Sector de incineración de residuos.....	11
2.3. La empresa .....	11
2.4. Situación actual de la Planta de Tratamiento Térmico .....	12
2.5. Proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento Térmico .....	13
2.6. Estudios preliminares .....	13

## CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL MACROENTORNO Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO .....16

3.1. Análisis del macroentorno .....	16
3.1.1. Segmento legal .....	16
3.1.2. Segmento macroeconómico y político .....	18
3.1.3. Segmento social .....	20
3.1.4. Segmento tecnológico .....	21
3.2. Análisis estratégico .....	22
3.2.1. Análisis de las 5 fuerzas competitivas .....	22
3.2.2. Análisis FODA.....	24

## CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE MERCADO.....28

4.1. Problemática actual del sector.....	28
4.2. Mercado del proyecto.....	30
4.2.1. Mercado consumidor.....	30
4.2.2. Generación nacional de residuos.....	31
4.3. Análisis de la demanda .....	32
4.3.1. Demanda histórica.....	32
4.3.2. Demanda proyectada.....	37
4.4. Análisis de la oferta.....	38
4.4.1. Oferta histórica.....	38
4.4.2. Oferta proyectada.....	40



4.5. Demanda del proyecto .....	42
4.5.1. Demanda insatisfecha .....	42
4.5.2. Demanda para el proyecto.....	43
CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO .....	44
5.1. Localización .....	44
5.2. Diseño del proceso .....	45
5.2.1. Procesos de la situación actual.....	48
5.2.1.1. Control documentario de ingreso de residuos por parte del generador.....	48
5.2.1.2. Pesaje de tara.....	48
5.2.1.3. Recepción de residuos.....	48
5.2.1.4. Almacenamiento de residuos .....	48
5.2.1.5. Pre-tratamiento y acondicionamiento de residuos .....	49
5.2.1.6. Trituración de residuos.....	50
5.2.1.7. Pesaje de residuos .....	50
5.2.1.8. Regulación del horno incinerador .....	50
5.2.1.9. Carga del horno incinerador.....	51
5.2.1.10. Incineración de residuos .....	51
5.2.1.11. Recolección de cenizas .....	52
5.2.1.12. Disposición final de cenizas .....	52
5.2.2. Procesos de la situación con proyecto de ampliación .....	52

5.2.2.1. Incineración de residuos.....	53
5.2.3. Diagrama de Operaciones del Proceso.....	54
5.2.4. Diagrama de flujo.....	55
5.3. Infraestructura .....	57
5.3.1. Máquinas y equipos de la situación actual.....	57
5.3.2. Máquinas y equipos de la situación con proyecto.....	61
5.3.3. Distribución de Planta.....	63
5.4. Requerimientos del proceso productivo.....	66
5.4.1. Materiales.....	66
5.4.2. Mano de obra .....	67
5.4.3. Servicios.....	69
CAPÍTULO VI: ESTUDIO LEGAL .....	70
6.1. Normas legales.....	70
6.2. Organismos reguladores.....	71
6.3. Requisitos legales para la puesta en marcha del Proyecto .....	72
CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN .....	73
7.1. Organigrama.....	73
7.2. Puestos y funciones .....	74
7.3. Requerimiento de personal.....	74
8.1. Inversión.....	76

8.1.1.	Inversión de activos .....	76
8.1.2.	Cronograma de inversiones.....	77
8.2.	Presupuesto .....	77
8.2.1.	Presupuesto de ingresos de la situación actual.....	80
8.2.2.	Presupuesto de ingresos de la situación con proyecto de ampliación.....	82
8.2.3.	Presupuesto de egresos de la situación actual.....	84
8.2.4.	Presupuesto de egresos de la situación con proyecto de ampliación .....	87
8.3.	Estados financieros proyectados .....	90
8.3.1.	Estado de Resultados de la situación actual.....	90
8.3.2.	Estado de Resultados de la situación con proyecto de ampliación .....	92
8.3.3.	Flujo de caja económico de la situación actual.....	94
8.3.4.	Flujo de caja económico de la situación con proyecto de ampliación .....	96
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		98
9.1.	Indicadores de rentabilidad .....	98
9.1.1.	El Valor Neto Actual y la Tasa Interna de Retorno .....	99
9.1.2.	Periodo de recuperación del Capital .....	100
9.2.	Análisis de sensibilidad.....	100
9.2.1.	Precio del servicio .....	100
9.2.2.	Demanda .....	102
9.2.3.	Costos de venta .....	103

CONCLUSIONES .....	104
RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA .....	107
ANEXO 1: Glosario .....	I
ANEXO 2: Variables dependientes .....	III
ANEXO 3: Proyección de la oferta .....	IV
ANEXO 4: Plano general de distribución .....	VII
ANEXO 5: Diagrama térmico .....	VIII
ANEXO 6: Ensamble general del horno incinerador .....	IX
ANEXO 7: Ensamble general del horno incinerador .....	X
ANEXO 8: Ensamble general del horno incinerador .....	XI

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1 ESTÁNDARES DE EMISIÓN ADMISIBLE - REPÚBLICA DE COLOMBIA .....	17
TABLA N°2 ESTÁNDARES DE EMISIÓN ADMISIBLE – UNIÓN EUROPEA .....	18
TABLA N°3 PBI DE PERÚ Y SOCIOS COMERCIALES .....	19
TABLA N°4 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS .....	25
TABLA N°5 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS .....	25
TABLA N°6 MATRIZ FODA CRUZADO .....	27
TABLA N°7 GENERACIÓN NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	32
TABLA N°8 GENERACIÓN DE RESIDUOS DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL SEGÚN SUBSECTOR .....	33
TABLA N°9 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS SEGÚN SUBSECTORES EN 2013 .....	33
TABLA N°10 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS DE ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN DE SALUD EN LA REGIÓN LIMA 2011 – 2014 .....	34
TABLA N°11 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS DEL SECTOR SALUD EN 2013 .....	36
TABLA N°12 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS INCINERABLES EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE BEFESA PERÚ S.A. ....	37

TABLA N°13 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INCINERABLES DE ÁMBITO NO MUNICIPAL .....	38
TABLA N°14 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL .....	39
TABLA N°15 OFERTA HISTÓRICA DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	39
TABLA N°16 PROYECCIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES 2018 - 2027 .....	42
TABLA N°17 DEMANDA INSATISFECHA.....	42
TABLA N°18 DEMANDA PARA EL PROYECTO .....	43
TABLA N°19 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS.....	49
TABLA N°20 MATERIALES E INSUMOS DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	57
TABLA N°21 MATERIALES E INSUMOS DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	66
TABLA N°22 MANO DE OBRA DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	68
TABLA N°23 SERVICIOS REQUERIDOS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO .....	69
TABLA N°24 REQUERIMIENTO DE OPERARIOS PARA EL PROYECTO .....	75
TABLA N°25 INVERSIÓN DE ACTIVOS .....	76
TABLA N°26 CRONOGRAMA DE INVERSIONES .....	77
TABLA N°27 DETALLE DE DATOS PARA GENERACIÓN DE PRESUPUESTOS .....	78
TABLA N°28 ANÁLISIS DE COSTO VARIABLE POR LÍNEA OPERATIVA .....	79
TABLA N°29 ANÁLISIS DE COSTO FIJO.....	80
TABLA N°30 PRESUPUESTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL .....	81

TABLA N°31 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL.....	81
TABLA N°32 PRESUPUESTO DE VENTA DE CAJA - SITUACIÓN ACTUAL.....	81
TABLA N°33 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL .....	81
TABLA N°34 PRESUPUESTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	83
TABLA N°35 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	83
TABLA N°36 PRESUPUESTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	83
TABLA N°37 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	83
TABLA N°38 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL.....	85
T TABLA N°39 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL.....	85
TABLA N°40 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL.....	85
TABLA N°41 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL .....	86

TABLA N°42 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL.....	86
TA TABLA N°43 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL .....	86
TABLA N°44 CÁLCULO DE CONCILIACIÓN DE IGV – SITUACIÓN ACTUAL .....	86
TABLA N°45 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	88
TABLA N°46 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	88
TABLA N°47 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	88
TABLA N°48 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	89
TABLA N°49 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	89
TABLA N°50 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN.....	89
TABLA N°51 CÁLCULO DE CONCILIACIÓN DE IGV – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	89
TABLA N°52 ESTADO DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	91
TABLA N°53 ESTADO DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	93



TABLA N°54 FLUJO DE CAJA DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	95
TABLA N°55 FLUJO DE CAJA DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	97
TABLA N°56 DIFERENCIAL DE FLUJO DE CAJA ECONÓMICO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	97
TABLA N°57 CÁLCULO DEL COSTO DEL CAPITAL .....	98
TABLA N°58 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	99
TABLA N°59 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL DEL PROYECTO.....	100
TABLA N°60 RESULTADOS DEL PROYECTO POR DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE VENTA .....	101
TABLA N°61 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE PRECIO DE VENTA .....	101
TABLA N°62 RESULTADOS DEL PROYECTO POR DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA.....	102
TABLA N°63 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE DEMANDA .....	102
TABLA N°64 RESULTADOS DEL PROYECTO POR INCREMENTO DE COSTOS TOTALES.....	103
TABLA N°65 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE COSTOS TOTALES .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	10
FIGURA N°2 CRECIMIENTO POBLACIONAL: PERÚ .....	21
FIGURA N°3 DISTRIBUCIÓN DE EPS-RS POR REGIONES - PERÚ .....	29
FIGURA N°4 RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS EN PERÚ .....	35
FIGURA N°5 SERVICIO DE INCINERACIÓN OFERTADO POR SUBSECTORES .....	40
FIGURA N°6 PLANO DE MACRO LOCALIZACIÓN .....	45
FIGURA N°7 FLUJO DE PROCESOS DE RESIDUOS INCINERABLES.....	46
FIGURA N°8 SUBPROCESO DE INCINERACIÓN: LÍNEAS OPERATIVAS 1 Y 2.....	47
FIGURA N°9 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	53
FIGURA N°10 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES .....	54
FIGURA N°11 DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES .....	55
FIGURA N°12 PARTE INTERNA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	59
FIGURA N°13 FLUJO DE GASES EN FILTRO DE MANGAS .....	60
FIGURA N°14 SISTEMAS DE CONTROL DE MATERIALES PARTICULADOS .....	60
FIGURA N°15 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.....	61
FIGURA N°16 TRITURADORA .....	61
FIGURA N°17 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	63

FIGURA N°18 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	64
FIGURA N°19 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DEL INCINERADOR .....	65
FIGURA N°20 NORMATIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	71
FIGURA N°21 ORGANIGRAMA.....	73
FIGURA N°1 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	10
FIGURA N°2 CRECIMIENTO POBLACIONAL: PERÚ .....	21
FIGURA N°3 DISTRIBUCIÓN DE EPS-RS POR REGIONES - PERÚ .....	29
FIGURA N°4 RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS EN PERÚ .....	35
FIGURA N°5 SERVICIO DE INCINERACIÓN OFERTADO POR SUBSECTORES .....	40
FIGURA N°6 PLANO DE MACRO LOCALIZACIÓN .....	45
FIGURA N°7 FLUJO DE PROCESOS DE RESIDUOS INCINERABLES.....	46
FIGURA N°8 SUBPROCESO DE INCINERACIÓN: LÍNEAS OPERATIVAS 1 Y 2.....	47
FIGURA N°9 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	53
FIGURA N°10 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES .....	54
FIGURA N°11 DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES .....	55
FIGURA N°12 PARTE INTERNA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR .....	59
FIGURA N°13 FLUJO DE GASES EN FILTRO DE MANGAS .....	60
FIGURA N°14 SISTEMAS DE CONTROL DE MATERIALES PARTICULADOS .....	60
FIGURA N°15 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.....	61

FIGURA N°16 TRITURADORA .....	61
FIGURA N°17 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	63
FIGURA N°18 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN .....	64
FIGURA N°19 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DEL INCINERADOR .....	65
FIGURA N°20 NORMATIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	71
FIGURA N°21 ORGANIGRAMA.....	73

## INTRODUCCIÓN

La preocupación por el deterioro del ambiente y la salud se encuentra en aumento, haciendo del cuidado ambiental tanto una necesidad como un requerimiento para el desarrollo sostenible del país. A medida que la sociedad evoluciona y la población aumenta, se van modificando los esquemas de producción y consumo, aumentando considerablemente la generación de los residuos sólidos, lo que en la práctica se traduce en un aumento de los riesgos a la salud y al ambiente por el manejo no controlado de dichos residuos.

En el Perú, el sector de manejo de residuos sólidos se encuentra en evolución en los últimos años, desde la promulgación de la Ley General de Residuos Sólidos N°27314, la cual regula la disposición de residuos y faculta a las empresas EPS-RS. Sin embargo, se encuentra en proceso de mejora en cuanto a aplicación de la legislación vigente, al fortalecimiento de instituciones y establecimiento de mecanismos de gestión de residuos.

DIGESA es el órgano técnico normativo del Ministerio de Salud del Perú y es la autoridad competente en aplicar los instrumentos legales necesarios (Ley General de Residuos Sólidos, el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos y en el campo del sector salud la Norma Técnica N° 008-MINSA/DGSP-V.01: Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios) en el manejo y gestión de los residuos sólidos, y cuenta con un sistema de registro de operadores de residuos sólidos como Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) y/o Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECRS).

Existen dificultades en la aplicación de legislación vigente debido a que no son de conocimiento de los involucrados en su generación y/o gestión, de tal manera que el tratamiento y disposición final de residuos peligrosos no se está efectuando en su totalidad en

condiciones que garanticen la protección del ambiente y la salud de las personas. En el caso particular de la incineración de residuos, no se cuenta con un sistema eficiente capaz de satisfacer la demanda nacional, que brinde las condiciones mínimas de seguridad conforme a lo indicado en la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento.

La tecnología y legislación de gestión de residuos se encuentra muy desarrollada en la Unión Europea, en particular en Holanda y Alemania que tienen una de las normativas más estrictas para incineradoras, así como plantas innovadoras y de avanzada tecnología, sin riesgos de emisiones perjudiciales para el ambiente (dioxinas). En Holanda, alrededor del 80% de los residuos se recicla, el 16% se incinerado y el 4% de los desechos producidos se depositan en rellenos sanitarios. Su legislación, estándares y tecnologías usadas sirven de ejemplo en los países donde la gestión de residuos está en desarrollo.

La industria de gestión ambiental está en crecimiento y fortalecimiento, incrementando las posibilidades de que una empresa de gestión de residuos que aumente su oferta y/o que mejore su tecnología en busca de un menor impacto ambiental, tenga éxito.

El presente informe presenta el análisis de pre factibilidad para la implementación de un proyecto para ampliar la capacidad de incineración de residuos por medio de la implementación de una nueva línea operativa con aprovechamiento energético, en la empresa Befesa Perú s.a., la cual es la más importante en gestión de residuos no municipales, y pertenece al grupo de inversionistas Triton Partners.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Formulación del problema**

¿Es económicamente viable implementar una nueva línea operativa de incineración de residuos peligrosos con aprovechamiento energético en una empresa de gestión integral de residuos industriales que actualmente trabaja aproximadamente al 90% de su capacidad?

### **1.2. Justificación**

Actualmente la Planta de Tratamiento Térmico de la empresa en estudio se encuentra trabajando aproximadamente al 90% de su capacidad. Es conveniente realizar el estudio de pre factibilidad para evaluar si es económicamente viable realizar una ampliación de la capacidad de tratamiento, considerando la implementación de una nueva línea operativa con recuperación de energía que permitiría la reducción de costos operativos. Este estudio permitirá que la empresa pueda evaluar preliminarmente la opción de una ampliación de su capacidad.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Ampliar la capacidad de tratamiento y mejorar el proceso de incineración de una planta de tratamiento térmico mediante la implementación de una nueva línea operativa con recuperación energética.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar la cantidad de residuos a incinerar por la nueva línea operativa.
- b) Ampliar la capacidad de tratamiento de incineración de residuos.
- c) Implementar tecnología que permita el aprovechamiento energético.
- d) Generar ahorros de costos operativos a través de la generación eléctrica para abastecimiento interno de la planta.

### **1.4. Antecedentes**

El sector de gestión de residuos es altamente regulado en la Unión Europea. La gestión de residuos y tecnología utilizada ha evolucionado en los últimos años, supeditadas a los rigurosos controles de los niveles de emisión, haciendo los métodos más eficientes y con menor impacto ambiental. La Comisión Europea (órgano ejecutivo y legislativo de la Unión Europea) proporciona información de la situación técnica y ambiental del tratamiento de residuos a través del documento “Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos” (Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries). El documento, contiene la descripción técnica de las actividades y los procesos del sector de gestión de residuos, y se complementa con las emisiones y consumos reales de las instalaciones que cooperaron



proporcionando información, a lo largo de la Unión Europea. También brinda información sobre la tecnología utilizada para la generación de energía eléctrica y/o calor a través del aprovechamiento de calor generado durante la incineración de residuos peligrosos y urbanos. El documento brinda información real sobre casos aplicados y estudiados durante años, de plantas de tratamiento térmico con aprovechamiento energético, tanto para residuos urbanos como para residuos peligrosos. Los países más desarrollados y distinguidos por su conciencia ambiental, son los que más incineran: Dinamarca, con un índice de incineración del 54 por ciento, Suecia, con un 49 por ciento, Holanda, con un 39 por ciento, Alemania, con un 35 por ciento y Austria, con un 27 por ciento. Además, demuestra que en el aspecto económico, la implementación de tecnologías de última generación con aprovechamiento energético, genera grandes ahorros por consumo eléctrico, y en el caso de plantas a gran escala incluso les permite vender energía eléctrica y/o vapor al Gobierno y abastecer a grandes cantidades de habitantes.

Existen cuestionamientos sobre el impacto ambiental ocasionado por la incineración de residuos, sin embargo, en un comunicado emitido por la Comisión Europea en noviembre de 2010 (Waste incinerator health risks: no evidence for toxic metal build-up. European Commission DG Env, 11 November 2010), ésta reconocía que médicos e investigadores de salud pública no habían hallado pruebas del incremento de los niveles de metales en adultos que vivían en el entorno de incineradoras recién construidas, después de dos años de funcionamiento. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido la incineración como *“un método higiénico para reducir el peso y el volumen de los residuos que también reduce su potencial contaminante”* y como *“una de las estrategias que pueden emplearse para asegurar que los residuos se manejan de una forma ambientalmente*

*sostenible”, concluyendo que “debido a esto, es técnicamente posible ubicar las incineradoras cerca de áreas densamente pobladas”.*

En una conferencia pronunciada en el Congreso Nacional de Medio Ambiente 2010 (CONAMA), el Doctor Michael Weltzin, asesor científico del grupo parlamentario de Los Verdes en Alemania, quienes llevan más de 25 años en el Parlamento, formando parte del gobierno entre 1998 y 2005, analizó en su discurso, las alternativas existentes para la gestión de los residuos. En relación a la incineración, confirmó que se trata de un sistema probado y contrastado durante muchos años, enfatizando su bajísimo impacto ambiental. Expuso, además, que la recuperación de electricidad y calor, así como las bajas emisiones, constituyen unos importantes beneficios a tener en cuenta.

En este escenario, y tras numerosos estudios e investigaciones en la materia, cabría concluir que la incineración con recuperación de energía es una forma de valorización que garantiza una gestión sostenible teniendo en cuenta los aspectos ambientales, económicos y sociales.

### **1.5. Hipótesis**

Es viable ampliar la capacidad de tratamiento de la planta en 100%, mediante la implementación de una nueva línea operativa, con tecnología que permita el aprovechamiento de energía, y reducir costos operativos.

El proyecto permitiría ahorro de costos operativos (energía eléctrica), y generaría utilidades con una tasa de retorno mayor al costo de capital, incrementando el porcentaje de utilidades anuales.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Definición y clasificación de residuos sólidos**

Los residuos sólidos son sustancias orgánicas o inorgánicas, productos o subproductos en estado sólido o semisólido (lodos, barros, entre otros), desechados por su generador. Se entiende por generador a la persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos.

Los residuos sólidos, de acuerdo a su peligrosidad se clasifican en:

- Residuos peligrosos: son aquellos residuos que por sus características o el manejo al que son sometidos representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente. De acuerdo con la Ley N° 27314, se consideran peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.
- Residuos no peligrosos: son aquellos residuos que por sus características o el manejo al que son sometidos no representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente.

En función a su gestión, los residuos se pueden clasificar en:

- Residuos de ámbito municipal: Son aquellos residuos generados en domicilios, comercios y por actividades que generan residuos similares a estos, cuya gestión son de responsabilidad de las municipalidades, desde el momento en que el generador los entrega a la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en el lugar establecido por dicha entidad para su recolección.

- Residuos de ámbito no municipal: Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal. Su disposición final se realiza en rellenos de seguridad, los que pueden ser (Artículo 83° del Reglamento de la Ley N° 27314): relleno de seguridad para residuos peligrosos (se encuentra impermeabilizado para evitar contaminación del suelo) en donde se podrán manejar también residuos no peligrosos o relleno sanitario para residuos no peligrosos

## **2.2. Descripción de la industria de gestión de residuos**

El Perú ha respondido a los retos ambientales desarrollando y fortaleciendo continuamente un marco de gestión ambiental.

Los organismos fiscalizadores del Estado Peruano, son los responsables de vigilar la aplicación de la normatividad ambiental para cada sector productivo y/o de servicios, con la finalidad de verificar que las instituciones y empresas incluyan dentro de su estructura operativa, las alternativas técnicas que tiendan a minimizar los impactos ambientales que generan sus actividades industriales. De esta manera, se logrará, que las actividades empresariales impacten menos en los ecosistemas involucrados, lo que a su vez, redundará en beneficios tangibles para el Estado y el empresariado y mejorará, sobre todo, la calidad de vida de la ciudadanía en general.

El sector de gestión de residuos se encuentra aún en evolución, ya que tanto la legislación e instituciones peruanas que permiten desarrollar y aplicar los instrumentos técnico legales se encuentra en implementación y fortalecimiento.

La gestión de residuos peligrosos no se está efectuando en su totalidad en condiciones que garanticen la protección del medioambiente y la salud de las personas. Esto se comprueba con la existencia de botaderos, incineradoras, entre otros, que no cuentan con permisos y autorizaciones necesarios para realizar esta delicada actividad. Asimismo, la prensa ha constatado que existen empresas que vierten sus residuos indiscriminadamente al suelo, a los ríos y al océano. Esto se debe a la escasa fiscalización por parte del Estado Peruano.

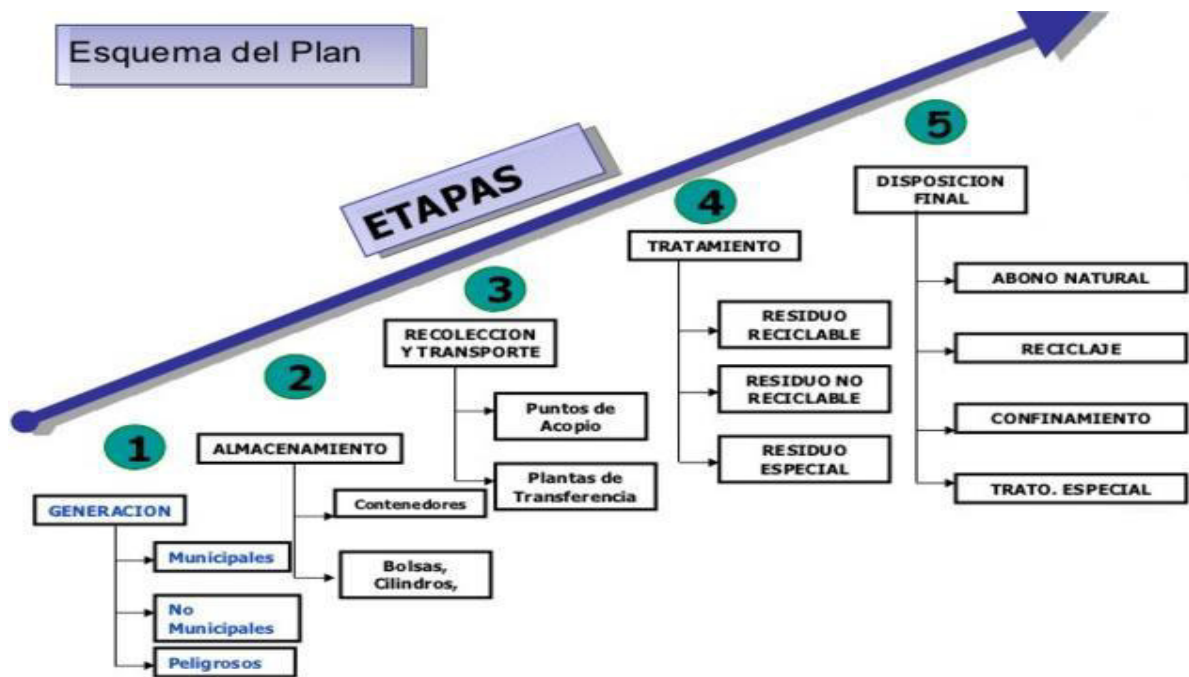
Existe una carencia de infraestructura, equipamiento y recursos humanos necesarios para el funcionamiento óptimo de los Sistemas de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos a nivel nacional, también es importante señalar que existe una inadecuada conducta de la población respecto no sólo del cumplimiento de las responsabilidades en el manejo de los residuos sino además en la generación excesiva de residuos por sus características de consumo y la inadecuada disposición de los mismos

Con respecto a los residuos peligrosos, se constata permanentemente que existen dificultades en la aplicación de la legislación, debido a que el conocimiento de las normas legales vigentes no es de conocimiento común de los involucrados en su gestión (generadores u operadores). Es importante señalar que por los niveles de riesgo a la salud y al ambiente causados por la inadecuada gestión de residuos peligrosos son muy altos, es por ello que resulta de suma importancia el adecuado tratamiento y disposición final de los mismos, para salvaguardar la salud de los seres vivos y el ambiente.

La situación medioambiental y energética motiva a la búsqueda de fuentes alternas de energía que se caractericen por ser renovables, sustentables y compatibles con el medio ambiente. Dentro de este contexto, los residuos tienen un contenido energético necesario para su conversión a energía, al mismo tiempo que se protege el medio ambiente. Existen básicamente 2 procesos para convertir los residuos en energía, estos son el biológico (biogás) y el térmico (incineración).

La cobertura del sector de manejo de residuos sólidos abarca cinco etapas, como se refleja en la Figura N°1.

FIGURA N°1 ETAPAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



Fuente: Disal – 2007  
Elaboración propia

### **2.2.1. Sector de incineración de residuos**

La incineración de residuos puede darse para residuos peligrosos y no peligrosos, sin embargo deben cumplir con las características técnicas necesarias.

En el Perú, de las más de 400 EPS-RS que existen, solo 2 brindan servicios de incineración. La legislación peruana establece estándares de emisiones en incineradoras, los cuales deben ser reportados a la entidad pertinente.

El servicio de incineración, sobre el cual se basa este informe, pertenece a la cuarta etapa de gestión de residuos sólidos: “tratamiento”.

### **2.3. La empresa**

Befesa Perú s.a., ubicada en la ciudad de Lima, con oficinas administrativas en Av. Larco 880, Miraflores. Su Planta de Operaciones está ubicada en Quebrada Chutana Km 4.2. (Panamericana Sur, Km 59.2), Cañete – Chilca. Está identificada tributariamente con R.U.C. N°20503610711; cuenta con Licencia de Funcionamiento del Municipio de Cañete N°00379, inscrita como EPS y EC-RS en DIGESA con los N°s EPNA-095-04 y ECNA 0238-06 y es representada por su Gerente General, Sr. Jorge Carlos León León.

Esta empresa, se dedica a la gestión integral de residuos peligrosos, el cual comprende el transporte, tratamiento y eliminación de residuos; así como al reciclaje. Los servicios que brinda la empresa abarcan las etapas de “recolección y transporte”, “tratamiento” y “disposición final”. Entre los principales servicios de tratamiento que ofrecen previos a la disposición final son: inertización, encapsulado e incineración. También se brindan

tratamientos como trituración, extracción de gases contaminantes (fluorescentes y aerosoles), tratamiento de aguas contaminadas.

El presente informe se centra en la planta de incineración destinada a la eliminación de residuos peligrosos, tales como residuos hospitalarios, derivados de hidrocarburos, agroquímicos, envases y materiales contaminados y otros residuos peligrosos no radiactivos, con el objetivo de aminorar los niveles de riesgo por contaminación con desechos tóxicos, permitiendo la eliminación de sus propiedades nocivas, garantizando la inmunidad de los trabajadores involucrados y protegiendo el medio ambiente, eliminando y/o minimizando los impactos negativos de las descargas contaminantes que las diferentes actividades productivas y/o de servicios vierten a los ecosistemas de su entorno, colaborando con minimizar los niveles de toxicidad en el ecosistema.

#### **2.4. Situación actual de la Planta de Tratamiento Térmico**

Para la incineración de los residuos descritos anteriormente, se utiliza un sistema de incineración ecológico. La tecnología de incineración adoptada se basa en un horno de cámara fija, con una cámara de combustión de residuos que trabaja a una temperatura máxima de 900°C, y con una cámara de post-combustión que se mantendrá a una temperatura promedio de 1200°C, con la finalidad de romper la cadena química de los gases tóxicos. La cámara primaria ha sido diseñada con una capacidad para incinerar 180 kg/hora de residuos sólidos, líquidos y semisólidos.

Luego, los gases pasan a través de un sistema de enfriamiento de gases por choque, el cual los lleva a la temperatura de 200°C. La siguiente etapa del proceso consta de una torre



de lavado de gases (filtro de mangas) que precipita los sólidos en suspensión, permitiendo la evacuación de los humos inertes a la chimenea de descarga.

La planta de incineración cuenta con tecnología probada internacionalmente y está equipada con toda la instrumentación y sistemas de control necesarios para garantizar una operación segura y eficiente.

Los residuos generados en la operación de incineración, básicamente cenizas, escorias y sólidos del proceso de depuración de gases, son adecuadamente analizados para definir en función de sus características físico químicas, cual el método más apropiado de manejo, incluyendo tratamiento por inertización y/o confinamiento en el relleno de seguridad.

## **2.5. Proyecto de ampliación de la Planta de Tratamiento Térmico**

Este Proyecto propone ampliar la capacidad de tratamiento de la Planta, mediante la implementación de una nueva línea operativa, permitiendo aumentar la capacidad en un 100%, de 180kg/hr a 360kg/hr. Asimismo, se plantea la instalación de un Sistema que utilice el calor generado en la incineración para generar energía eléctrica para el abastecimiento interno parcial de la planta de la empresa en estudio.

## **2.6. Estudios preliminares**

Según el artículo 81 del Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, se deben realizar estudios previos a la implementación de una infraestructura de tratamiento, los cuales deberán ser refrendados por profesionales colegiados y especializados en el tema, considerándose para este caso de estudio los siguientes:

- Actualización del estudio del volumen de generación: se requiere actualizar la capacidad de tratamiento de la planta considerando la implementación del proyecto de ampliación, así como la estimación del volumen de generación de escombros y/o cenizas.
- Estudio de factibilidad técnica: evalúa si los equipos y sistemas a utilizarse están disponibles o pueden desarrollarse, y si tienen las capacidades técnicas requeridas de acuerdo al diseño considerado. dicho estudio también considera las interfaces entre el sistema actual de operación y el nuevo sistema propuesto.
- Ampliación de Estudio de Impacto Ambiental: El estudio de impacto ambiental (EIA) es el documento técnico que tiene como objetivo cumplir con los requisitos solicitados por DIGESA para la obtención de la Autorización Sanitaria (de Operaciones) correspondiente, requisito indispensable para obtener la conformidad del ente rector respecto a las actividades descritas en el EIA y la aprobación final del proyecto. El Proyecto de Ampliación y Mejora de la Planta de Tratamiento Térmico de la empresa en estudio requerirá de la presentación de un estudio de impacto ambiental complementario al EIA que fue aprobado por DIGESA para la implementación del relleno de seguridad que viene operando en la actualidad, teniendo en cuenta que las actividades son desarrolladas dentro de las mismas instalaciones del relleno de seguridad. El objetivo de la actualización del EIA se concentrará en la evaluación de nuevos parámetros y posibles impactos ambientales que se originarían por la implementación del proyecto, así como proponer las medidas de mitigación necesarias que permitan mantener sus operaciones con “tecnologías limpias y seguras”.

La actualización del EIA a desarrollarse determinará implícitamente un impacto positivo al poder ampliarse la capacidad de tratamiento de una moderna planta que se especializa en el

tratamiento de residuos nocivos para el medio ambiente y la salud humana, garantizando que las operaciones desarrolladas no afectarán el medio físico y que las generaciones de sólidos en suspensión y emisiones gaseosas se ubicarán dentro de los límites máximos permisibles considerados por la normatividad ambiental vigente.

Se considera preliminarmente, que la nueva fase productiva de la planta deberá iniciar sus operaciones comerciales rutinarias cuando obtenga la aprobación de la actualización del EIA antes de dicha fecha solamente se pueden realizar “corridas de prueba” y ajustes de operaciones.

## **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL MACROENTORNO Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO**

### **3.1. Análisis del macroentorno**

#### **3.1.1. Segmento legal**

La industria, como principal artífice del desarrollo, se ha visto constantemente en el punto de mira de la sociedad, puesto que en la actividad de transformación, transporte y/o extracción de recursos se concentra la mayor demanda de energía así como el mayor impacto sobre el ambiente que lo rodea.

Las políticas medioambientales alrededor del mundo se encuentran en constante evolución. Esto se ha venido desarrollando a través de los años, al ser cada vez más evidente el impacto medioambiental de las malas gestiones de la industria mundial. Actualmente se poseen los medios y la tecnología necesaria para minimizar dichos impactos, de tal forma que se puede mitigar, remediar e incluso, reutilizar los residuos logrando que el componente ambiental sea una variable activa en las decisiones empresariales. Esta visión de conjunto entre el ambiente y el uso racional del mismo y sus recursos, es un paradigma que se ha ido convirtiendo en el gestor del desarrollo sustentable de la industria mundial.

Como consecuencia de una creciente rigurosidad en la legislación medioambiental mundial, muchas empresas en el mundo deciden cumplir con legislaciones pertinentes a sus operaciones a fin de mejorar su impacto en su cartera de clientes, ya que cumplir con legislación internacional mejora la imagen de la empresa y aumenta la posibilidad de ser elegido por un proveedor potencial.

En el Perú, la legislación medioambiental tomó fuerza desde la promulgación de la ley N°27314 Ley General de Residuos Sólidos, la cual regula la disposición de residuos y facultan a las empresas a brindar estos servicios como EPS-RS. Sin embargo, la empresa en estudio cumple también con legislación internacional (colombiana y alemana), la cual establece estándares de emisión admisible en procesos de incineración de residuos. Ver Tablas N°1 y N°2.

**TABLA N°1 ESTÁNDARES DE EMISIÓN ADMISIBLE - REPÚBLICA DE COLOMBIA**

Instalaciones de incineración de residuos y/o desechos	Promedio	Estándares de emisión admisible (mg/m <sup>3</sup> )							
		MP	SO <sub>2</sub>	Nox	CO	HCl	HF	Hg	HCl
Instalaciones de incineración con capacidad igual o superior a	diario	10	50	200	50	10	1	0.03	10
	horario	20	200	400	100	40	4	0.05	20
Instalaciones de incineración con capacidad inferior a	diario	15	50	200	50	15	1	0.05	10
	horario	30	200	400	100	60	4	0.1	20
Hornos de incineración en hospitales y municipios categoría 5 y 6 con capacidad igual o menor a	diario	no	75	250	100	30	3	0.1	30
	horario	80	250	500	200	80	8	0.2	50

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Resolución 909)  
Elaboración propia

**TABLA N°2 ESTÁNDARES DE EMISIÓN ADMISIBLE – UNIÓN EUROPEA**

Instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos	Promedio	Estándares de emisión admisible (mg/m3)								
		MP	SO <sub>2</sub>	Nox	CO	HCl	HF	Hg	TOC	dioxinas y furanos
Instalaciones de incineración con capacidad igual o superior a	diario	10	50	200	50	10	1	0.05	10	0.1
	1/2 hora	30	200	400	100	60	4	-	20	-
Instalaciones de incineración con capacidad inferior a	diario	10	50	400	50	10	1	0.05	10	0.1
	1/2 hora	30	200	500	100	60	4	-	20	-

**Nota.** Para los elementos Cd, Tl y Sb el valor promedio de emisión es de 0.05mg/m3, mientras que para los elementos As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni y V el valor promedio de emisión permisible es de 0.5mg/m3.

Fuente: Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo  
Elaboración propia

### **3.1.2. Segmento macroeconómico y político**

Según la información macroeconómica brindada por el MEF en el Marco Económico Multianual 2017-2019, se proyecta un escenario internacional desfavorable para la economía peruana. Se estima un crecimiento de la economía mundial del 3.0% en el 2016 (proyección del FMI de 3.2%, Banco Mundial 3.6% y BCRP 3.3%), y de 3.4% para el periodo 2017-2019. Además, se estima un lento crecimiento de la actividad económica de los socios comerciales del Perú, que crecerá 1.4% (tasa más baja desde 2009).

En cuanto a las proyecciones de la economía peruana, se prevee una tasa de crecimiento de 3.8% en 2016 (recuperándose de la tasa de 3.3% del 2015). Para los años siguientes, la tasa de crecimiento sería en promedio el 4.2%. Los principales motores de crecimiento serán una mayor producción minera (crecerá 15% en el 2016), ejecución de megaproyectos de infraestructura, inversión pública y una normalización de las expectativas de los agentes económicos posteriores a las elecciones presidenciales (se espera el repunte de las expectativas de inversión de los últimos 2 años). Las perspectivas de crecimiento a mediano plazo planteada por el BCRP es de 4%, mientras que el FMI plantea un crecimiento de 3.5% anual. En el 2019, el PBI en Perú se triplicará con respecto al 2005, y en términos

per cápita, alcanzará los US\$6,568. Cabe señalar que la economía peruana cuenta con algunos factores que mitigan el impacto negativos de la economía mundial.

A nivel regional, la economía peruana será la que más crezca en el 2016 y la que más se acelere respecto al 2015. Según la consultora Consensus Forecast, Perú liderará el crecimiento con una tasa de 3.6%, seguido de Colombia y México con 2.4% (datos reafirmados por el FMI). Ver Tabla N°3.

Con respecto a la percepción de riesgo, que se traduce en menores costos financieros para financiar decisiones de consumo en inversiones en el sector público y privado, ha presentado una considerable reducción de 271pbs en el 2008 a 201pbs en el 2015.

Como Lineamiento de Política Económica, el Perú busca apuntalar el crecimiento potencial de la economía mediante el aumento de la productividad, para lo cual, se planea adoptar reformar estructurales en distintas áreas, entre ellas, el impulso a la ciencia, tecnología e innovación, adecuado diseño y aplicación de acciones para la sostenibilidad ambiental; lo que resulta favorable políticamente para el proyecto planteado en este informe.

TABLA N°3 PBI DE PERÚ Y SOCIOS COMERCIALES

	INDICADORES MACROECONÓMICOS				
	Datos históricos 2015	2016	MMM 2017-2019		
			2017	2018	2019
<b>PBI socios comerciales (variación porcentual real)</b>					
Mundo	3.1	3.0	3.2	3.4	3.5
EE.UU.	2.4	2.5	2.5	2.4	2.3
Zona Euro	1.6	1.5	1.5	2.5	1.4
China	6.9	6.0	5.5	5.0	5.0
América Latina y Caribe	-0.1	-0.7	0.4	1.3	1.9
<b>PBI Perú</b>					
PBI (Miles de millones de soles)	612	657	703	752	800
PBI (variación porcentual real)	3.3	3.8	4.6	4.0	4.0

Fuente: BCRP, MEF

En el ámbito político, el Código del Medio Ambiente establece que el Estado tiene la obligación de *“...mantener la calidad de la vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana, por lo que le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda inferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad”*, siendo los municipios los encargados de mantener la vigilancia en contaminación por ruidos, contaminación atmosférica gestión de residuos sólidos etc.

### **3.1.3. Segmento social**

Actualmente, la defensa del medio ambiente es reconocida internacionalmente y se han tomado en cuenta consideraciones en los procesos de desarrollo económico de modo que pueda ser garantizada la protección del entorno natural mientras se satisfacen las necesidades sociales (desarrollo sostenible).

Para no perjudicar la viabilidad del proyecto planteado, es importante establecer una buena relación y comunicación con la población cercana al proyecto. Según el Art. 25° de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 y su Reglamento - Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, es necesario contar con una póliza de seguro contra posibles riesgos en la salud de la población o la calidad ambiental, según lo establezca la autoridad sectorial correspondiente. El Art. 42° de la misma ley establece que, de presentarse un reclamo fundamentado de por lo menos la tercera parte de la población afectada, es posible la resolución del permiso de operación suscrito entre la empresa y el municipio.



Además, hay que tener en consideración el crecimiento poblacional en el país (Figura N°2), lo cual repercute directamente en la el aumento de la generación de residuos a nivel nacional, y a su vez, en el aumento de la demanda de los servicios de gestión ambiental.

FIGURA N°2 CRECIMIENTO POBLACIONAL: PERÚ



Fuente: tradingeconomics.com

#### 3.1.4. Segmento tecnológico

El desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas a la reducción del impacto medioambiental y al desarrollo sostenible se encuentra en aumento a nivel global.

Son cada vez más las institucionales y empresas que buscan el mejor aprovechamiento de recursos en sus procesos, productos y servicios, así como tener el menor impacto medioambiental a lo largo de la vida útil de sus productos (como el caso de los vehículos a gas o electricidad, como reemplazo de los que utilizan gasolina) y servicios.

En Perú se ha planteado apuntalar el crecimiento potencial de la economía mediante el aumento de la productividad, adoptando reformas estructurales en distintas áreas, entre ellas, el impulso a la ciencia, tecnología e innovación.

Según información proporcionada por el MEF, el Estado Peruano invierte en Ciencia y Tecnología aproximadamente el 0.15% anual del PBI, mientras que Chile destina el 0.5%. La estructura de la inversión total en ciencia y tecnología es en promedio la siguiente: Estado Peruano 25%, universidades 38%, empresas privadas 29%, y el 8% restantes es asumido por organizaciones sin fines de lucro.

## **3.2. Análisis estratégico**

### **3.2.1. Análisis de las 5 fuerzas competitivas**

#### **3.2.1.1. Amenaza de entrada de nuevos competidores**

La amenaza de entrada de nuevos competidores de servicio de incineración es ínfima, debido a la dificultad que representa contar con los permisos de la legislación peruana vigente, a la gran inversión que representa planificar y poner en marcha una Planta de Incineración de residuos, y a la fuerte competencia que representa Befesa Perú por su trayectoria y las certificaciones con las que cuenta.

#### **3.2.1.2. La rivalidad entre los competidores**

Existe, además de Befesa Perú, una sola empresa que cuenta con los permisos necesarios de la legislación peruana, sin embargo, sus principales clientes son entidades estatales como Policía Nacional del Perú y otras fuerzas armadas.

La gran mayoría de empresas privadas prefieren disponer sus residuos en la planta de Befesa debido a que ofrece tratamiento integral de sus residuos, lo que les permite poder disponer distintas clases de residuos que requieren distintos tratamientos previos a la disposición final, en un solo lugar.

La competencia directa no cuenta con certificaciones internacionales, por lo que aquellas empresas con una sólida gestión de calidad y/o medio ambiente, no pueden tener como proveedores a empresas que no cuenten con certificación ISO 9001 y/o ISO 14001.

Befesa cuenta con certificación trinorma (ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001) y se encuentra próximo a obtener certificación ISO 17025.

#### **3.2.1.3. Poder de negociación de los proveedores**

Los materiales e insumos que se requieren para el proyecto, nos son fiscalizados, por lo que existe una amplia cartera de proveedores, lo cual disminuye el poder de negociación por parte de los mismos. Con respecto a los equipos requeridos, es limitada la cantidad de proveedores a nivel nacional e internacional, sin embargo, tampoco existe una gran cantidad de potenciales compradores de equipos relacionados a incineración, por lo que el poder de negociación de proveedores no es fuerte.

#### **3.2.1.4. Poder de negociación de los compradores**

La mayoría de los compradores del servicio en cuestión, son empresas grandes que tratan de evidenciar la correcta disposición de sus residuos, así como de salvaguardar la privacidad de sus productos (en el caso de pastillas o productos con fórmulas propias), por lo que buscan empresas serías y certificadas para el tratamiento y disposición de sus residuos.

Asimismo, las empresas que cuentan con certificaciones internacionales, buscan como proveedores a empresas que también cuenten con este tipo de certificaciones para mantener un nivel de calidad en su gestión de proveedores.

En dicho contexto, es muy bajo el poder de negociación de los compradores del servicio de incineración.

#### **3.2.1.5. Amenaza de ingreso de productos sustitutos**

Existen otros tipos de tratamientos de Residuos Peligrosos en el Perú. Sin embargo los clientes optan por este servicio lo hacen a pesar de haber otros posibles tratamientos (incluso dentro de la Planta de Befesa Perú) debido a que desean eliminar por completo los residuos generados, ya sea por sus propias políticas internas en cuanto a seguridad de sus fórmulas o por seguridad a la salud pública en el caso de residuos biocontaminados. En el caso de los residuos hospitalarios, solo se cuentan con 2 alternativas de tratamiento (recomendado por DIGESA): incineración y tratamiento por autoclave (proceso de esterilización). El tratamiento por autoclave reduce al 85% del volumen de residuos y se convierte en residuo inerte biológicamente pero sigue siendo residuo peligroso por lo que deberá ser dispuesto en un relleno de seguridad. Mientras que el proceso de incineración, reduce el volumen al 3% del volumen inicial, siendo las cenizas dispuestas también en un relleno de seguridad. En conclusión, la amenaza de ingreso de productos sustitutos es baja.

#### **3.2.2. Análisis FODA**

Se presenta el análisis FODA cualitativo y cuantitativo (Ver Tablas N°4 y N°5) para establecer las estrategias adecuadas según los factores que afecten al Proyecto:

**TABLA N°4 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS**

Factores determinantes del éxito		Peso	Calificación	Total pond.	
F E A C T O R E S	OPORTUNIDADES				
	1	Crecimiento económico del Perú	0.05	3	0.15
	2	Incremento en generadoras de residuos peligrosos	0.2	2	0.40
	3	Legislación medioambiental peruana y mundial en evolución	0.2	3	0.60
	4	Proyectos en el sector Salud en busca de tratamientos adecuados para residuos hospitalarios	0.1	3	0.30
	AMENAZAS				
	1	Inflación y riesgo país	0.05	3	0.15
	2	Altos costos de la tecnología	0.2	3	0.60
	3	La competencia presenta un alto nivel de lealtad por parte de sus cliente debido a sus bajos precios	0.05	1	0.05
	4	Falta de toma de acciones por parte de las entidades gubernamentales pertinentes por la inadecuada disposición de residuos peligrosos en el país	0.15	1	0.15
TOTAL		1		2.40	

**Nota.** Calificación: las calificaciones indican el grado de eficiencia con que las estrategias de la empresa responden a cada factor, donde 4 = la respuesta es excelente, 3 = la respuesta está por arriba de la media, 2 = la respuesta es la media, y 1 = la respuesta es mala

Elaboración propia

**TABLA N°5 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS**

Factores determinantes del éxito		Peso	Calificación	Total pond.	
F I A C T O R E S	FORTALEZAS				
	1	Ubicación estratégica de la Planta de Tratamiento Térmico	0.05	3	0.15
	2	Experiencia y liderazgo en el sector de gestión de residuos peligrosos	0.15	3	0.45
	3	Alto prestigio de la empresa en el rubro	0.15	3	0.45
	4	Satisfacción de las necesidades de los clientes a través de sus distintos servicios	0.15	3	0.45
	5	Nivel de calidad de operaciones mediante sistema integrado de gestión (ISO 9001, 14001 y OHSAS 18001)	0.15	4	0.60
	6	Excelente relación con proveedores y clientes	0.05	3	0.15
	7	Disposición presupuestaria	0.05	3	0.15
	8	Amplio espacio físico de Planta	0.05	3	0.15
	DEBILIDADES				
	1	Falta de difusión del servicio brindado	0.05	2	0.10
	2	Precios elebados	0.1	1	0.10
	3	Limitada capacidad de tratamiento de residuos	0.05	2	0.10
TOTAL		1		2.85	

**Nota.** Calificación: 1 = debilidad mayor, 2 = debilidad menor, 3 = fortaleza menor, 4 = fortaleza mayor

Elaboración propia

A pesar de las debilidades y amenazas que deberán tomarse en cuenta al actualizarse la estrategia competitiva de negocio, se puede apreciar que existen grandes oportunidades y fortalezas en la ejecución del Proyecto.

La puntuación de 2.40 en la evaluación de factores externos refleja que la empresa aprovecha en forma eficaz. El incremento de generadores de residuos y la evolución de la legislación medioambiental son las principales oportunidades del proyecto, mientras que los altos costos de tecnología y la falta de toma de acción por parte de las entidades gubernamentales representan las mayores amenazas.

La puntuación de 2.85 en la evaluación de los factores internos refleja que predominan sus fortalezas sobre sus debilidades. La experiencia en el sector, la satisfacción de sus clientes y sus altos estándares de calidad son sus principales fortalezas; mientras que la principal debilidad son los precios elevados del servicio.

La Tabla N°6 muestra la Matriz FODA cruzado con las posibles estrategias resultantes del análisis conjunto de las amenazas, oportunidades, debilidades y fortalezas de la empresa en estudio.

**TABLA N°6 MATRIZ FODA CRUZADO**

		FORTALEZAS		DEBILIDADES	
	1		Ubicación estratégica de la Planta de Tratamiento Térmico	1	Falta de difusión del servicio brindado
	2		Experiencia y liderazgo en el sector de gestión de residuos peligrosos	2	Precios elevados
	3		Alto prestigio de la empresa en el rubro	3	Limitada capacidad de tratamiento de residuos
	4		Satisfacción de las necesidades de los clientes a través de sus distintos servicios		
	5		Calidad de operaciones mediante sistema integrado de gestión (ISO 9001, 14001 y OHSAS 18001)		
	6		Excelente relación con proveedores y clientes		
	7		Disposición presupuestaria		
	8		Amplio espacio físico de Planta		
OPORTUNIDADES		ESTRATEGIAS FO		ESTRATEGIAS DO	
1	Crecimiento económico del Perú	FO1	Desarrollo de nuevos servicios	DO1	Mayor difusión de servicios ofrecidos
2	Incremento en generadoras de residuos peligrosos	FO2	Aumentos de capacidad de tratamiento de residuos en servicios demandados	DO2	Optimización de procesos en busca y reducción
3	Legislación medioambiental peruana y mundial en evolución				
4	Proyectos en el sector Salud en busca de tratamientos adecuados para residuos hospitalarios	FO3	Anticiparse al fortalecimiento del cumplimiento y evolución de la evolución	DO3	Reducción de precios de venta
AMENAZAS		ESTRATEGIAS FA		ESTRATEGIAS DA	
1	Inflación y riesgo país	FA1	Diferenciación en el sector por experiencia en el sector	DA1	Mejora de procesos en busca de reducción de costos
2	Altos costos de la tecnología				
3	La competencia presenta un alto nivel de lealtad por parte de sus cliente debido a sus bajos precios	FA2	Adquisición de nuevos equipos y maquinaria con menores costos de operación y mantenimiento	DA2	Aumento de capacidad de tratamiento de residuos
4	Falta de toma de acciones por parte de las entidades gubernamentales pertinentes por la inadecuada disposición de residuos peligrosos en el país	FA3	Difusión a la poblaciónde impactos negativos sobre la inadecuada disposición de residuos	DA3	Adquisición de nuevos equipos y maquinaria con menores costos de producción y mantenimiento

Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE MERCADO**

### **4.1. Problemática actual del sector**

El manejo de residuos sólidos en el Perú es muy precario. Se constata que tanto en la gestión de residuos sólidos peligrosos como no peligrosos existe insuficiente capacidad por parte del estado Peruano para la aplicación de la normativa vigente, esto debido a que su difusión no es masiva y las sanciones no son severas para quienes incumplen con ella, o en muchos casos, ni siquiera existen sanciones a pesar de existir manuales de gestión de residuos difundidos por DIGESA y el MINSA.

No existe un estímulo fiscal, económico y/o financiero por parte del Estado para las organizaciones que cumplan con el adecuado manejo de sus residuos sólidos, sean sostenibles y/o generen energía limpia.

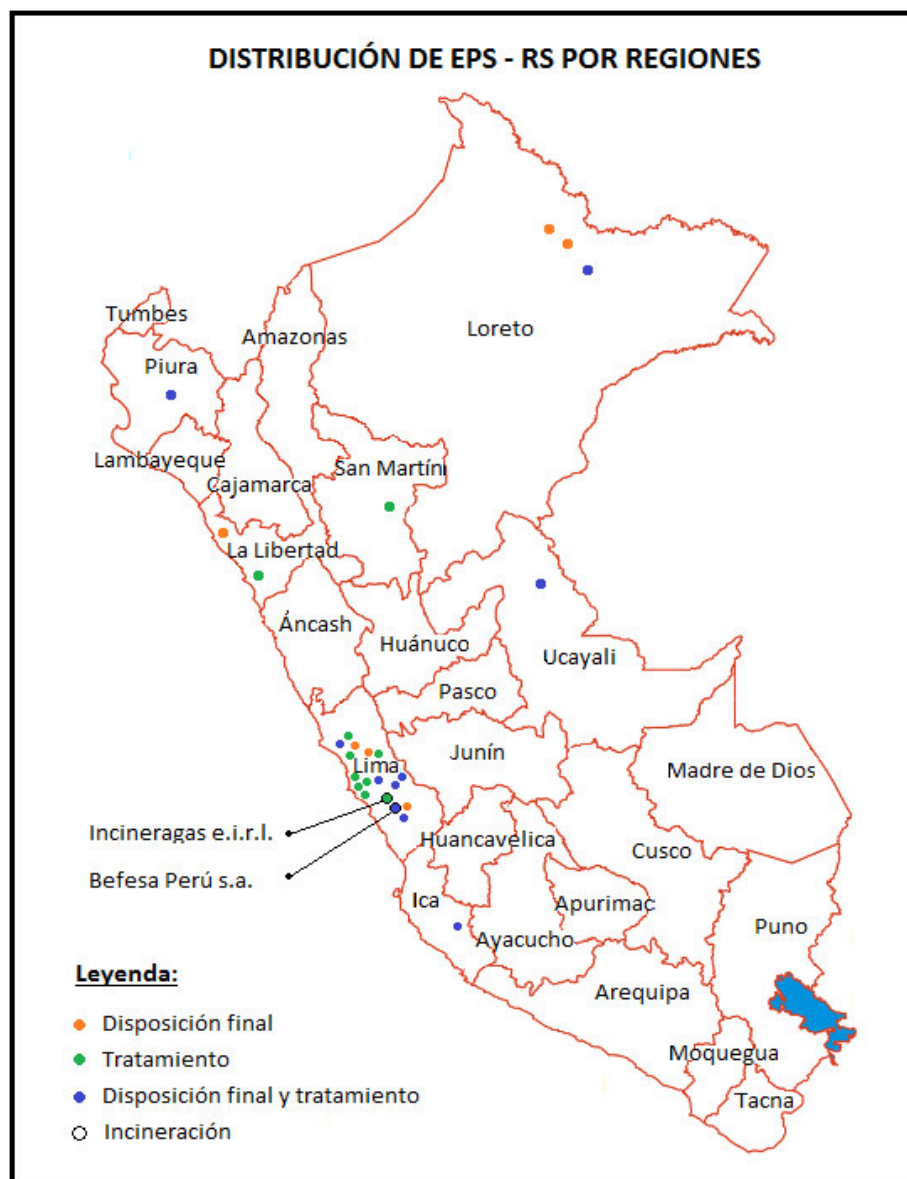
Con respecto a la gestión ambiental, hay un bajo nivel de reutilización, reciclaje o valorización de los residuos, así como un limitado uso de tecnologías y sistemas para reducir la generación de residuos y para reaprovechar la energía contenida en dichos residuos.

Otro problema en el sector es la falta y/o mala distribución de las EPS-RS. De acuerdo con la información proporcionada por DIGESA, actualizada a Julio de 2016, existen 475 EPS-RS, de las cuales solo 26 plantas de operaciones (17 empresas) trabajan con



residuos peligrosos del ámbito no municipal, todas se encuentran ubicadas en la región Lima. A nivel nacional solo existen 2 empresas autorizadas que brindan servicio de tratamiento térmico de residuos (incineración), estas se encuentran en Lima (ver Figura N°3).

FIGURA N°3 DISTRIBUCIÓN DE EPS-RS POR REGIONES - PERÚ



Elaboración propia

## **4.2. Mercado del proyecto**

### **4.2.1. Mercado consumidor**

El consumidor promedio que busca incinerar sus residuos en una EPS-RS, son las empresas e instituciones que generan residuos sólidos incinerables en los procesos de manufactura de sus productos, predominantemente por aquellas empresas que cuentan o están en proceso de implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, basada en la norma ISO 14001 o alguna otra norma de gestión de calidad como la ISO 9001.

Técnicamente, un residuo es incinerable cuanto posee algún material orgánico en su composición; en la práctica, los residuos a incinerar son mezclados (según su poder calorífico) para lograr la fórmula óptima técnica y económicamente. La técnica de incineración es factible en el contexto técnico, económico y medioambiental para los residuos peligrosos que satisfacen los siguientes requisitos:

- Compuestos inorgánicos < 15% (cenizas, que deben ser las mínimas posibles)
- Agua < 65% (influye en la economía del proceso)
- Compuestos orgánicos > 30% (determina el poder calorífico del residuo)

Los mayores demandantes de servicios de incineración son las entidades del sector salud y sector agricultura. También son incinerados en menores cantidades residuos provenientes de empresas manufactureras de cosméticos y fármacos.

Algunos ejemplos de los residuos incinerables que se generan son:

- Subsector manufactura : productos químicos, telas contaminadas, envases contaminados, residuos cosméticos, fármacos vencidos, etc.
- Subsector agricultura : pesticidas, envases contaminados.

- Subsector salud : residuos biocontaminados (agujas, pasas, algodones, medios de cultivo, material biológico, materiales de laboratorio), residuos especiales (residuos farmacéuticos, medicamentos vencidos y/o contaminados).

#### **4.2.2. Generación nacional de residuos.**

El manejo de los residuos sólidos en el Perú ha existido desde la década del 70. Sin embargo, desde la promulgación de la “Ley General de Residuos Sólidos” el control de la generación y adecuada disposición de residuos se ha fortalecido.

La información consolidada sobre la generación nacional de residuos sólidos en el Perú es brindada por el MINAM. El MINSA, DIGESA e INEI también brindan información al respecto.

La Tabla N°7 muestra la cantidad de residuos generados según su gestión, hasta el año 2013, de acuerdo con el último informe anual del MINAM (sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013).

En el ámbito municipal solo se consideran cantidades reportadas por las municipalidades (participantes) del sector urbano del Perú, mientras que en el ámbito no municipal se consideran los reportes de volúmenes de residuos generados por las industrias formales. La mayor problemática es que no todas las empresas reportan los volúmenes generados, o no reportan las cantidades reales para evitarse problemas por realizar una mala disposición de sus residuos, sobre todo de los peligrosos.

**TABLA N°7 GENERACIÓN NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

<b>Año</b>	<b>Ámbito municipal</b>	<b>Ámbito no municipal</b>
2008	6,287,860 tn	-
2009	5,807,251 tn	-
2010	4,397,977 tn	173,052 tn
2011	7,203,183 tn	1,606,506 tn
2012	6,358,904 tn	11,038,897 tn
2013	6,764,507 tn	1,066,121 tn

Fuente: Ministerio del Ambiente

Las cantidades reflejadas en la Tabla N°7 incluyen residuos peligrosos y no peligrosos. Según el MINAM, aproximadamente el 7% de los residuos de ámbito municipal, y el 10% de los de ámbito no municipal, son peligrosos.

Según estudios realizados por el MINAM, la generación de residuos está directamente relacionada al crecimiento económico. Los pronósticos conservadores del MEF estiman un crecimiento industrial de 3.5% anual en nuestro país.

### **4.3. Análisis de la demanda**

#### **4.3.1. Demanda histórica**

Los servicios que brinda la empresa en estudio se enfocan en residuos peligrosos y no peligrosos del ámbito no municipal. En lo que respecta al Proyecto propuesto en este informe, se analizará la generación de residuos incinerables del ámbito no municipal que se encuentren dentro de la zona de influencia de la empresa en estudio, sin embargo, se toman en cuenta solo los residuos peligrosos, ya que no es económicamente viable para las empresas incinerar residuos que no sean peligrosos.

El MINAM, en su “Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal al 2013”, informa que en el 2013 se ha generado 1,066,121

toneladas de residuos de ámbito no municipal, el cual se ve reflejado en la Tabla N°8. La Tabla N°9 refleja que en el 2013 el 10% de los residuos de gestión no municipal fueron peligrosos.

**TABLA N°8 GENERACIÓN DE RESIDUOS DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL SEGÚN SUBSECTOR**

<b>Subsector</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Subsector Manufactura	8,912 tn	3,634 tn	2,792 tn	823,543 tn
Subsector Pesquería	112,116 tn	30,205 tn	41,034 tn	114,673 tn
Subsector Energía e Hidrocarburos	-	519,676 tn	-	13,840 tn
Subsector Transportes			1,288 tn	12,473 tn
Subsector Comunicaciones	688 tn	3,217 tn	3,622 tn	-
Subsector Agricultura	51,336 tn	889,902 tn	10,765,456 tn	77,681 tn
Subsector Minería	-	116,857 tn	-	11,156 tn
Subsector Salud	-	43,015 tn	58,524 tn	12,755 tn
Subsector Vivienda y Saneamiento	-	-	166,182 tn	-
<b>Total</b>	<b>173,052 tn</b>	<b>1,606,506 tn</b>	<b>11,038,897 tn</b>	<b>1,066,121 tn</b>

Fuente: MINAM, MEM

Elaboración: propia

**TABLA N°9 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS SEGÚN SUBSECTORES EN 2013**

<b>Subsector</b>	<b>Total (tn)</b>	<b>Total no peligroso (tn/año)</b>	<b>Total no peligroso (%)</b>	<b>Total peligroso (tn/año)</b>	<b>Total peligroso (%)</b>
Subsector Manufactura	823,543 tn	754,941 tn	92%	68,602 tn	8%
Subsector Pesquería	114,673 tn	113,858 tn	99%	815 tn	1%
Subsector Energía e	13,840 tn	10,934 tn	79%	2,906 tn	21%
Subsector Transportes	12,473 tn	11,201 tn	89%	1,272 tn	11%
Subsector Comunicaciones	-	-	0%	-	0%
Subsector Agricultura	77,681 tn	53,717 tn	69%	23,964 tn	31%
Subsector Minería	11,156 tn	9,662 tn	87%	1,494 tn	13%
Subsector Salud	12,755 tn	-	0%	12,755 tn	100%
Subsector Vivienda y	-	-	0%	-	0%
<b>Total</b>	<b>1,066,121 tn</b>	<b>954,213 tn</b>	<b>90%</b>	<b>111,908 tn</b>	<b>10%</b>

Fuente: MINAM, MEM

Elaboración: MINAM

El sector Salud cuenta con informes más completos a nivel de la región de Lima. En la Tabla N°10, se puede ver reflejado que solo en Lima se genera más de 10,000 toneladas anuales de residuos biocontaminados (información recopilada de los Anuarios Estadísticos de INEI actualizado a 2014), los cuales, según el Manual para el Manejo de Residuos Bíocontaminados, de DIGESA, deben recibir tratamiento previo a su disposición final (Incineración, esterilización por autoclavado o desinfección por microondas). Sin embargo, no se aplica en su totalidad; incluso hay establecimientos que disponen sus residuos hospitalarios en rellenos sanitarios, botaderos, o son quemados en lugares no autorizados sin medidas de protección al medio ambiente. Debido a la gran discrepancia que existe entre la información brindada por el INEI (Anuario de estadísticas ambientales de 2015) y el MINAM, se procederá a extrapolar la generación de residuos del sector salud de Lima, para calcular la generación real a nivel nacional.

**TABLA N°10 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS DE ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN DE SALUD EN LA REGIÓN LIMA 2011 – 2014**

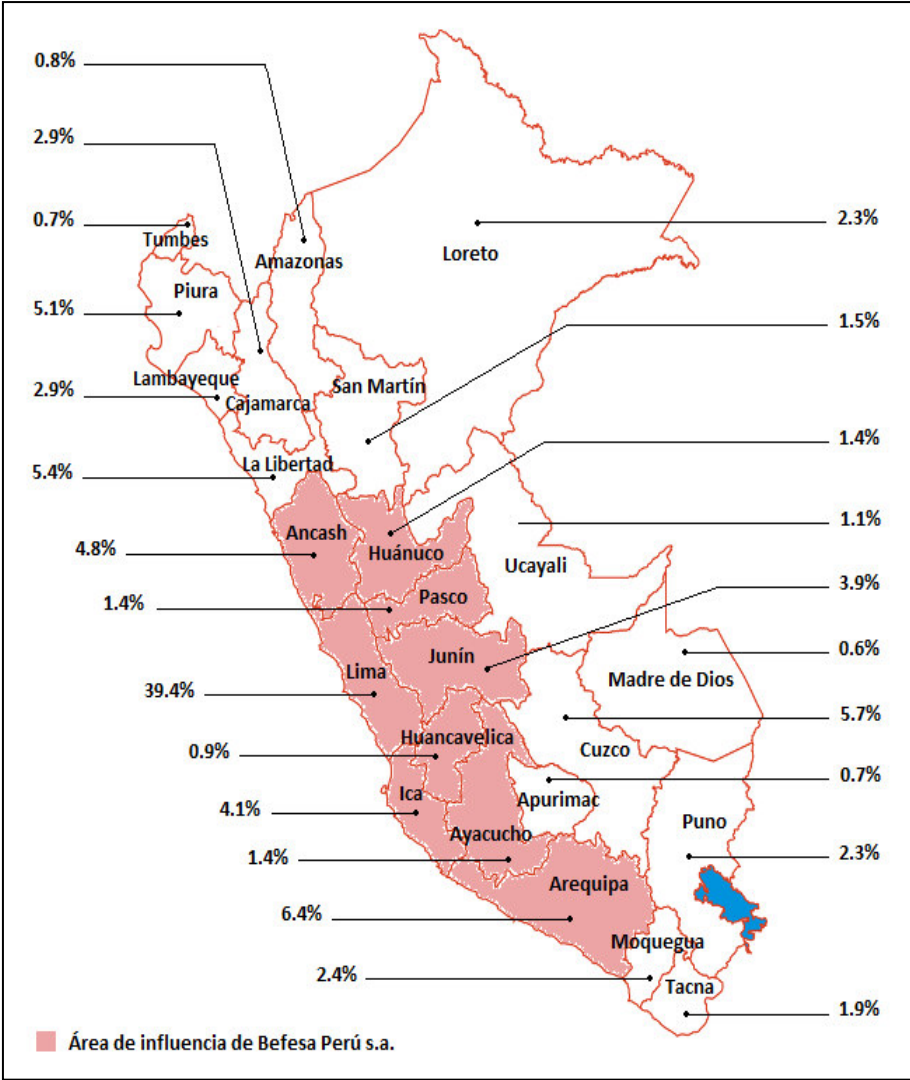
Establecimiento de salud	2011		2012		2013		2014	
	Estableci- Generación	Generación mientos de residuos	Estableci- Generación	Generación mientos de residuos	Estableci- Generación	Generación mientos de residuos	Estableci- Generación	Generación mientos de residuos
	mientos de residuos reportados (Toneladas)		mientos de residuos reportados (Toneladas)		mientos de residuos reportados (Toneladas)		mientos de residuos reportados (Toneladas)	
<b>Total</b>	<b>265</b>	<b>43,015 tn</b>	<b>284</b>	<b>10,569 tn</b>	<b>453</b>	<b>12,088 tn</b>	<b>505.0</b>	<b>12,181 tn</b>
MINSA	156	38,879 tn	174	3,798 tn	265	4,655 tn	250	4,441 tn
EsSalud	29	1,962 tn	28	4,458 tn	42	4,648 tn	58	4,722 tn
Sistema de Metropolitano de la	22	0 tn	19	80 tn	39	135 tn	39	313 tn
Solidaridad Clínicas particulares y otros	54	1,443 tn	58	1,506 tn	101	2,055 tn	150	2,078 tn
	4	731 tn	5	726 tn	6	594 tn	8	626 tn

**Nota:** Los establecimientos de salud del MINSA reportan información consolidada diferenciada de los centros de salud y Microrredes de su jurisdicción, por lo cual, los datos se informan por separado.

Fuente: INEI, MINSA, DIGESA

De acuerdo a la información proporcionada por INEI sobre la distribución de generadores de residuos por regiones y ámbito de gestión, sabemos que en promedio la generación de residuos no municipales de influencia de la empresa en estudio representa el 63.7% del país. (Ver Figura N°4).

FIGURA N°4 RESIDUOS INDUSTRIALES GENERADOS EN PERÚ



Fuente: INEI, MINAM  
Elaboración propia

Extrapolando la participación en generación de residuos del sector salud a las regiones pertenecientes a la zona de influencia de la empresa en estudio, se tiene que la generación de residuos del sector salud en el Perú en 2013 sería la presentada en la Tabla N°11.

**TABLA N°11 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS DEL  
SECTOR SALUD EN 2013**

	Generación de residuos peligrosos del sector salud	
	Toneladas	%
Lima	12,088 tn	39.4%
Otros	18,592 tn	60.6%
Perú	30,679 tn	100%

Fuente: INEI, MINAM  
Elaboración propia

Para calcular la demanda del servicio de incineración de residuos, se utilizará como datos la generación de residuos peligrosos en 2013, el porcentaje de ámbito de influencia por regiones de la empresa en estudio, y el porcentaje de residuos incinerables del total de residuos peligrosos (procedente del estudio de mercado para la implementación de la planta de tratamiento térmico realizada por Befesa Perú s.a. en el 2007). La Tabla N°12 muestra que la demanda de residuos incinerables en 2013 es de 25,355 toneladas, y según indica el MEF, el crecimiento industrial en el país crecerá conservadoramente 3.5% lo que se verá directamente reflejado en la generación de residuos sólidos, que también crecerían 3.5% anual.



**TABLA N°12 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS INCINERABLES  
EN EL ÁMBITO DE INFLUENCIA DE BEFESA PERÚ S.A.**

<b>Subsector</b>	<b>Total peligroso (tn/año)</b>	<b>Ámbito de influencia (%)</b>	<b>*Residuos incinerables (%)</b>	<b>Demanda servicio incineración (toneladas)</b>
Subsector Manufactura	68,602 tn	63.7%	6%	2,622 tn
Subsector Pesquería	815 tn		0%	-
Subsector Energía e Hidrocarburos	2,906 tn		4%	74 tn
Subsector Transportes	1,272 tn		2%	16 tn
Subsector Comunicaciones	-		0%	-
Subsector Agricultura	23,964 tn		20%	3,053 tn
Subsector Minería	1,494 tn		5%	48 tn
Subsector Salud	30,679 tn		100%	19,543 tn
Subsector Vivienda y Saneamiento	-		0%	-
<b>Total</b>	<b>129,733 tn</b>			<b>25,355 tn</b>

\*Residuos incinerables: porcentaje de residuos incinerables técnica y económicamente del total de residuos peligrosos del ámbito no municipal calculado por Befesa Perú s.a. en su estudio de mercado de 2007.

Fuente: INEI, MINAM, Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

#### **4.3.2. Demanda proyectada**

Se considera la generación de residuos directamente proporcional al crecimiento económico. El valor calculado de la demanda del servicio de incineración del año 2013, se incrementa en relación directamente proporcional a la tasa histórica del crecimiento económico hasta el 2016 (ver anexo 2); y a partir del año 2017, se incrementa en 3.5% según la estimación conservadora del MEF. La Tabla N°13 muestra la proyección anual de la demanda del servicio de incineración en la zona de influencia de la empresa en estudio.

**TABLA N°13 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
INCINERABLES DE ÁMBITO NO MUNICIPAL**

Año	Demanda	Año	Demanda
2018	32,317 tn	2023	38,383 tn
2019	33,449 tn	2024	39,726 tn
2020	34,619 tn	2025	41,117 tn
2021	35,831 tn	2026	42,556 tn
2022	37,085 tn	2027	44,045 tn

Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

#### **4.4. Análisis de la oferta**

##### **4.4.1. Oferta histórica**

En el Perú, el manejo de residuos está normado de acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos, las cuales disponen que el manejo de los residuos sólidos sean realizado por Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos EPS-RS y /o Comercializadoras de Residuos Sólidos EC-RS que se encuentren registradas en la DIGESA. Del total de empresas registradas en DIGESA, las únicas que brindan servicio de incineración son las descritas en la Tabla N°14.

De las 475 EPS-RS registradas a Agosto de 2016 por DIGESA, 17 empresas a nivel nacional trabajan con residuos peligrosos de ámbito no municipal, 2 de ellas brindan el servicio de incineración de residuos. Adicionalmente, se sabe que a nivel nacional, solo 4 hospitales (MINSA) cuentan con un sistema de tratamiento por autoclavado (uso interno), siendo los siguientes: Hospital Nacional Sergio Bernales (Lima), Hospital Regional de Loreto, Hospital Regional de Trujillo, y el Hospital de Cusco.

**TABLA N°14 EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE INCINERACIÓN DE  
RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁMBITO NO MUNICIPAL**

Razón social	Ubicación (Planta)				Registro de EPR-RS						Clasificación de residuos			
	Dirección	Distrito	Provincia	Región	Barrido	Recolección	Transporte	Transferencia	Tratamiento	Disposición	Peligroso	No peligroso	Municipal	No municipal
Befesa Perú s.a.	Quebrada Chutana km 4.2 (alt. Km 59.5 Panamericana Sur)	Chilca	Cañete	Lima		X	X		X	X	X	X		X
Incineragas e.i.r.l.	Av. Separadora Industrial Mz. A, lote 3A Asociación Agropecuaria sumac Pacha)	Lurín	Lima	Lima					X		X	X		X

Fuente: DIGESA  
Elaboración propia

Incineragas e.i.r.l. el único competidor directo a nivel nacional del servicio de tratamiento térmico de la empresa en estudio, que inició sus operaciones el 24 de diciembre de 2010. La capacidad de tratamiento de Incineragas eirl es de 800 kg/hr.

La Tabla N°15 muestra la oferta acumulada entre ambas empresas prestadoras del servicio de incineración desde el inicio de sus operaciones de incineración.

**TABLA N°15 OFERTA HISTÓRICA DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Año	Befesa Perú s.a.	incineragas eirl	Total
2009	412 tn		412 tn
2010	561 tn	-	561 tn
2011	735 tn	857 tn	1,592 tn
2012	934 tn	1,334 tn	2,268 tn
2013	1,017 tn	1,759 tn	2,776 tn
2014	1,115 tn	1,915 tn	3,030 tn
2015	1,280 tn	2,103 tn	3,383 tn

Fuente: Befesa Perú s.a., Incineragas eirl

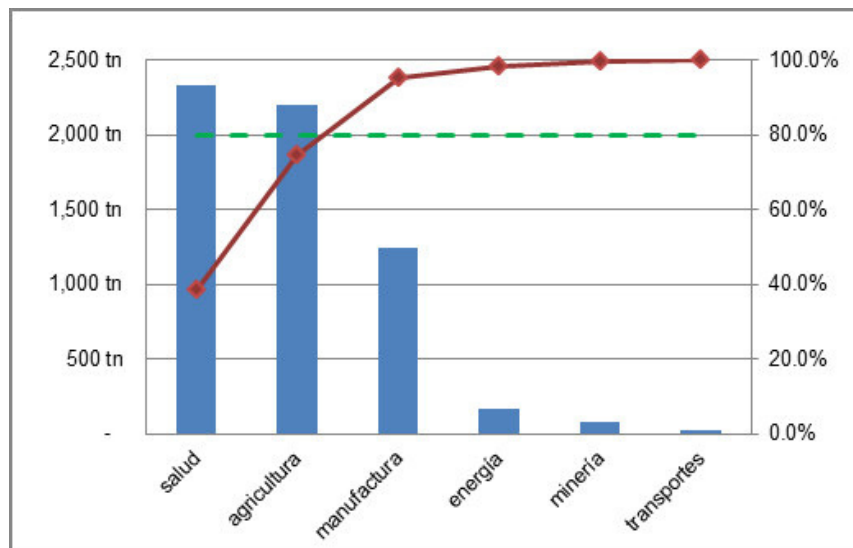
#### 4.4.2. Oferta proyectada

No se conoce hasta el momento de ninguna empresa o grupo de inversión que pretenda incursionar en este sector. Por lo que la única variación en la oferta, sería la representada por Befesa con la ejecución de este Proyecto, aumentando la capacidad de la planta de tratamiento térmico 120 tm/mes a 240 tm/mes.

El MINSA en su Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020, plantea como objetivo que en el 2020 que el 100% de los residuos biocontaminados generados por establecimientos de salud del MINSA sean tratados previos a su disposición final, lo que generaría un impacto positivo en la demanda del servicio.

La Figura N°5 muestra el diagrama de Pareto realizado a partir de la data histórica de ventas del servicio de incineración por subsectores (2009 a 2015), el cual refleja que los subsectores prioritarios en la oferta son salud y agricultura.

FIGURA N°5 SERVICIO DE INCINERACIÓN OFERTADO POR SUBSECTORES



Fuente: Información histórica de Befesa Perú s.a. de 2009 a 2015  
Elaboración propia

La proyección de la oferta se ha calculado con el método de regresión lineal múltiple. Debido a la gran repercusión que tienen los subsectores salud y agricultura en la oferta del servicio, se ha proyectado la oferta de ambos subsectores por separado.

Las variables relacionadas al subsector salud son: crecimiento económico, crecimiento poblacional y promulgación de la norma técnica "Gestión y manejo de residuos sólidos de establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo". Las variables relacionadas al subsector agricultura son: crecimiento económico, superficie cosechada, formalización (empresas formales) y promulgación del "Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario". La variable considerada para otros subsectores es el crecimiento económico. La proyección de la oferta de Incineragas eirl tiene como variable independiente el crecimiento económico.

La data histórica y proyectada de las variables dependientes utilizadas para la proyección de la oferta del servicio está descrita en el anexo 2.

La proyección de la oferta bajo el método de regresión lineal múltiple está presentada en el anexo 3, habiéndose utilizado el programa Minitab. Se comprueba que los predictores considerados en cada subsector guarda una fuerte relación de la varianza en la oferta del servicio. Además, se muestra la gráfica de la proyección de la oferta del servicio por parte de la empresa en estudio, para la situación actual y la situación con la implementación del proyecto de ampliación.

La Tabla N°16 refleja la proyección de la oferta de servicio de incineración a nivel nacional durante los 10 años de horizonte del proyecto.

**TABLA N°16 PROYECCIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES 2018 - 2027**

Año	Befesa Perú s.a. (situación actual)	Befesa Perú s.a. (proyecto de ampliación)	incineragas eirl	Oferta	
				Total (situación actual)	Total (proyecto de ampliación)
2018	1,466 tn	1,739 tn	2,853 tn	4,319 tn	4,592 tn
2019	1,466 tn	1,884 tn	3,079 tn	4,545 tn	4,963 tn
2020	1,466 tn	2,042 tn	3,488 tn	4,954 tn	5,530 tn
2021	1,466 tn	2,195 tn	3,770 tn	5,236 tn	5,965 tn
2022	1,466 tn	2,350 tn	4,052 tn	5,518 tn	6,402 tn
2023	1,466 tn	2,507 tn	4,334 tn	5,800 tn	6,841 tn
2024	1,466 tn	2,666 tn	4,616 tn	6,082 tn	7,282 tn
2025	1,466 tn	2,828 tn	4,898 tn	6,364 tn	7,726 tn
2026	1,466 tn	2,949 tn	5,180 tn	6,646 tn	8,129 tn
2027	1,466 tn	3,098 tn	5,462 tn	6,928 tn	8,559 tn

Elaboración propia

#### **4.5. Demanda del proyecto**

##### **4.5.1. Demanda insatisfecha**

La demanda insatisfecha está calculada de la diferencia entre la demanda histórica, menos la oferta histórica. La Tabla N°17 muestra la demanda insatisfecha histórica.

**TABLA N°17 DEMANDA INSATISFECHA**

Año	Demanda insatisfecha		
	Demanda	Oferta	Demanda insatisfecha
2013	25,355 tn	2,776 tn	22,579 tn
2014	27,331 tn	3,030 tn	24,301 tn
2015	29,064 tn	3,383 tn	25,681 tn

Fuente: Ministerio del Ambiente

Elaboración propia

#### 4.5.2. Demanda para el proyecto

La demanda del proyecto será calculada por la diferencia entre la demanda proyectada y la oferta proyectada sin proyecto. Ver Tabla N°18.

TABLA N°18 DEMANDA PARA EL PROYECTO

Año	Demanda insatisfecha		
	Demanda	Oferta	Demanda insatisfecha
2018	32,317 tn	4,319 tn	27,998 tn
2019	33,449 tn	4,545 tn	28,904 tn
2020	34,619 tn	4,954 tn	29,665 tn
2021	35,831 tn	5,236 tn	30,595 tn
2022	37,085 tn	5,518 tn	31,567 tn
2023	38,383 tn	5,800 tn	32,583 tn
2024	39,726 tn	6,082 tn	33,645 tn
2025	41,117 tn	6,364 tn	34,753 tn
2026	42,556 tn	6,646 tn	35,910 tn
2027	44,045 tn	6,928 tn	37,118 tn

Elaboración propia

## **CAPÍTULO V: ESTUDIO TÉCNICO**

### **5.1. Localización**

La infraestructura física y el desarrollo de operaciones de la planta de tratamiento térmico (PTT) se encuentra ubicada dentro de la planta de operaciones de la empresa en estudio, ubicada en el distrito de Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima. El terreno de 75.85 hectáreas se encuentra delimitado por un poligonal irregular cerrado de 5,988.84 mt de longitud total y 20 vértices, los cuales están definidos por coordenadas UTM PSAD56, correspondientes a la zona 18. Se muestra el plano de macro localización en la Figura N°6 (la zona sombrada de rojo representa la provincia de Cañete).

En el punto extremo norte de la propiedad de la empresa en estudio, se encuentra la planta de Ósmosis (trata el agua utilizada en el proceso de incineración), al sur de ella, se encuentra la planta de tratamiento térmico, y 150 metros al sur se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales. Ver la distribución general de planta en el anexo 4.



FIGURA N°6 PLANO DE MACRO LOCALIZACIÓN

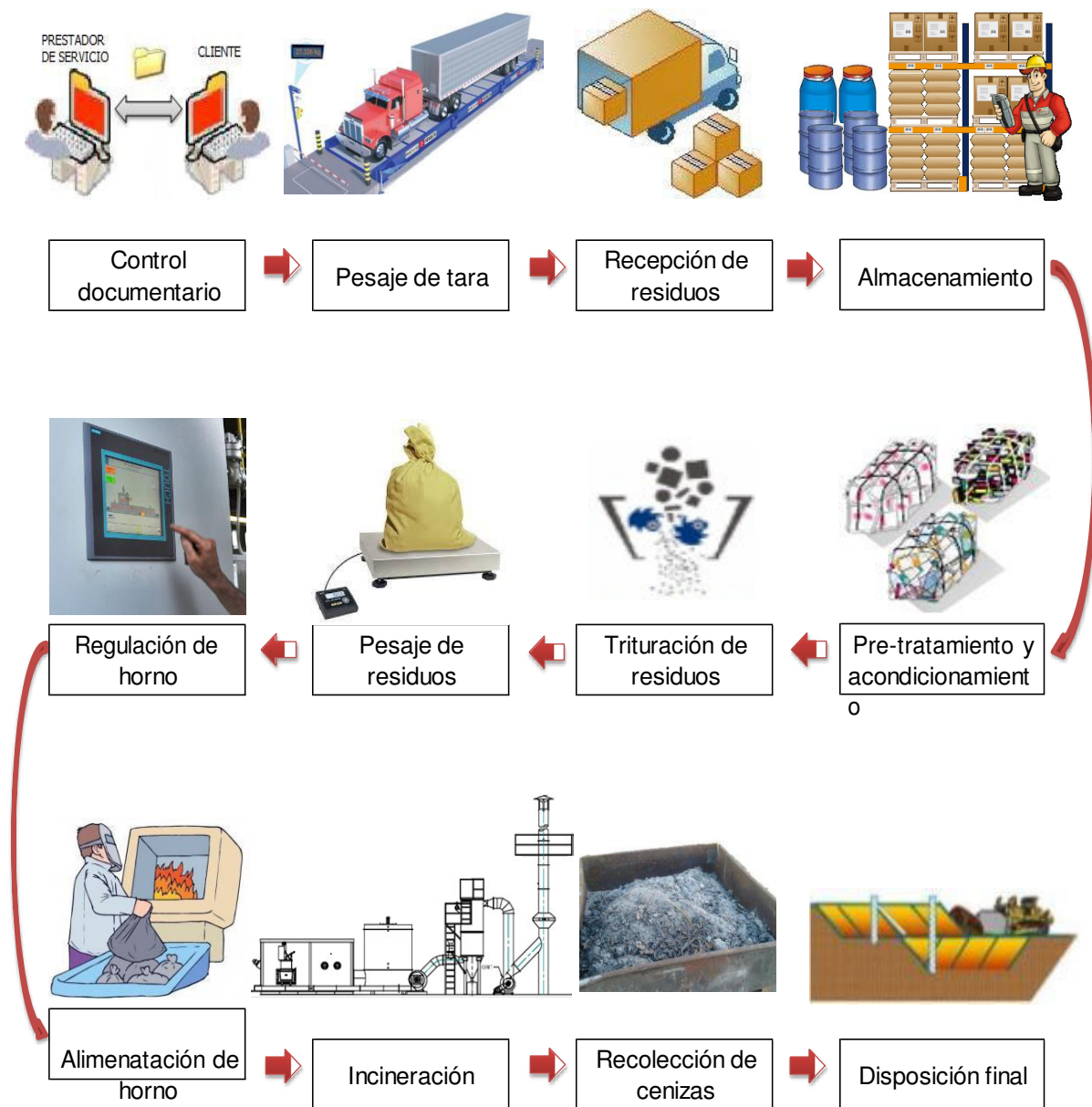


Fuente: Befesa Perú s.a.

## 5.2. Diseño del proceso

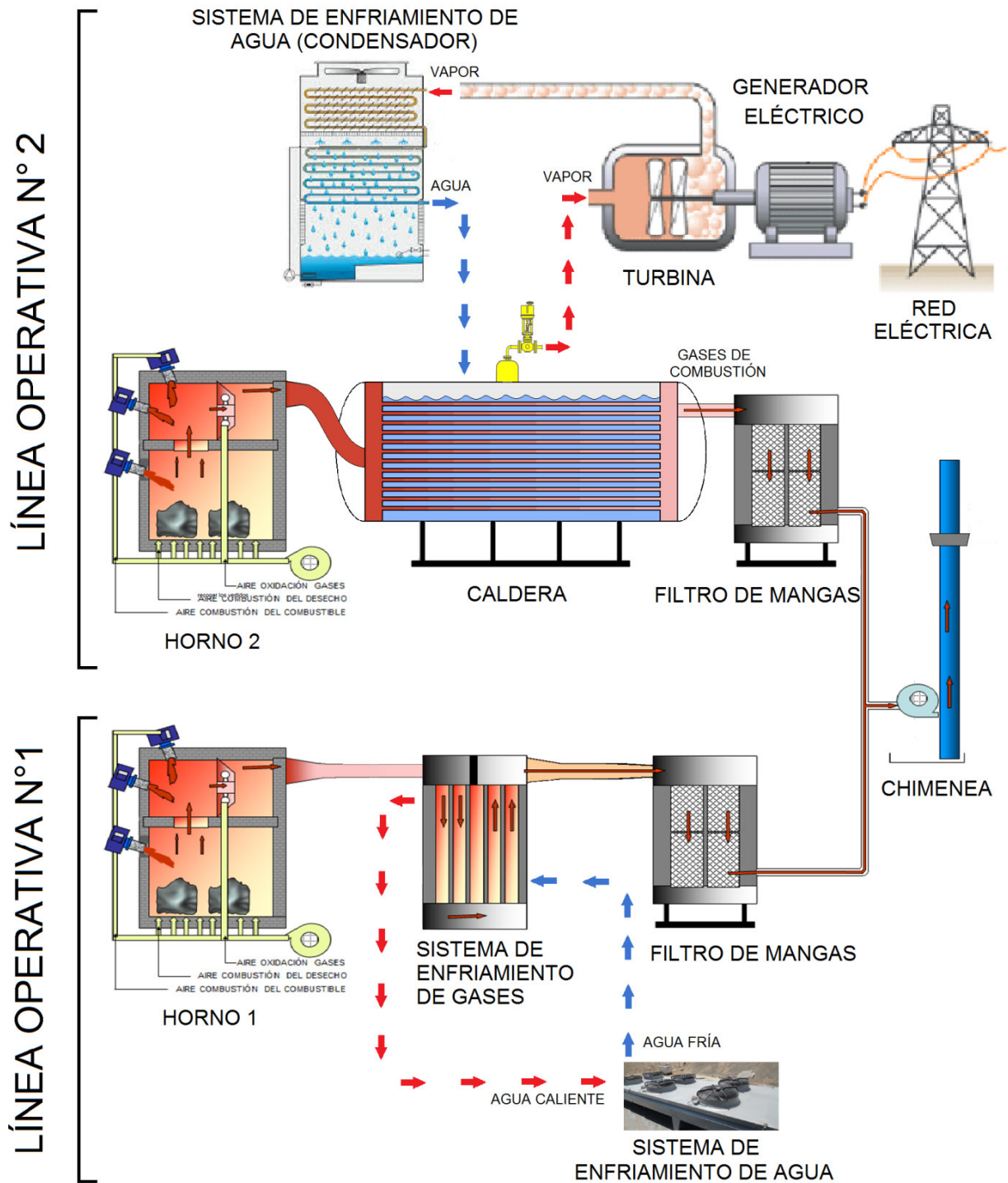
Los procesos por los que pasan los residuos desde el ingreso a la Planta de la empresa en estudio, hasta la disposición final de las cenizas producto de la incineración, se ve reflejado en la Figura N°7, y descrito posteriormente. El proyecto representará un cambio en el subproceso “incineración”, ya que la nueva línea operativa N°2 cuenta con otros equipos y maquinarias adicionales para la generación de energía eléctrica. Sin embargo, los procesos manuales (recepción, acondicionamiento, etc.) no se ven afectados. Ver Figura N°8.

FIGURA N°7 FLUJO DE PROCESOS DE RESIDUOS INCINERABLES



Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

FIGURA N°8 SUBPROCESO DE INCINERACIÓN: LÍNEAS OPERATIVAS 1 Y 2



Elaboración propia

## **5.2.1. Procesos de la situación actual**

### **5.2.1.1. Control documentario de ingreso de residuos por parte del generador**

El Área comercial de Befesa Perú se encarga de realizar las gestiones necesarias a fin de concluir la contratación del servicio de incineración, y en coordinación con las áreas de operaciones y transportes, agendará el día de recepción de los residuos dentro de la planta.

### **5.2.1.2. Pesaje de tara**

Todas las unidades que ingresan a las instalaciones de planta, son pesadas por una balanza estacionaria de 80TM de capacidad, y se generan las boletas de pesaje.

### **5.2.1.3. Recepción de residuos**

Los materiales sólidos y líquidos que ingresan al almacén temporal de la PTT de forma desordenada, serán ordenados dependiendo de sus propiedades físicas y químicas indicadas por el supervisor responsable de la PTT.

### **5.2.1.4. Almacenamiento de residuos**

El almacenamiento de residuos dentro de las instalaciones de la Planta tiene como principal objetivo asegurar una operación ininterrumpida y eficiente de los distintos procesos, mediante la alimentación de una carga continua y homogénea de materiales. La forma de lograrlo es asegurar una capacidad mínima de almacenamiento de residuos peligrosos de manera que nos garanticen una operación continua no menor de 5 días por 24 horas.

La planta ha sido diseñada con una capacidad de almacenamiento de residuos incinerables de 50 toneladas (asumiendo una densidad de 1 ton/m<sup>3</sup>), equivalente a un

promedio de 10 días de procesamiento de residuos de forma continua (almacenamiento de PTT); no se incluyen las 1,500 toneladas de almacenamiento disponibles de la plataforma de descarga y almacenamiento temporal, para el almacenamiento de residuos en general, detallado en la Tabla N°19.

**TABLA N°19 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS**

Tipo de residuo	Capacidad de almacenamiento (tm)
En cilindros	2,500 cilindros o 1,000 toneladas
A granel, big bag, parihuelas, cajas	500 toneladas
Total	1,500 toneladas

Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

El almacenamiento temporal facilita la preparación de mezclas de residuos teniendo en cuenta sus respectivos poderes caloríficos para lograr una adecuada combustión y minimizar el consumo de gas. Los residuos sólidos y semisólidos, preacondicionados, con poderes calóricos estándares calculados, son almacenados en recipientes, de capacidad equivalente a la del sistema de alimentación, para lo cual cada tanque está especialmente diseñado, teniendo en cuenta las características de los residuos a contener. Todos los recipientes estarán localizados dentro de una estructura de contención (debidamente impermeabilizada) para controlar cualquier pérdida o derrame eventual de materiales.

#### **5.2.1.5. Pre-tratamiento y acondicionamiento de residuos**

Todo residuo que se encuentra en el almacén de PTT que tienen propiedades físicas diferentes se mezclarán de tal forma que los poderes calóricos estándares calculados permitan un eficiente proceso de incineración.

Los residuos almacenados requieren de un pre - tratamiento y acondicionamiento. Los residuos corrosivos tendrán que ser neutralizados, los tóxicos serán inertizados y los reactivos serán estabilizados.

El acondicionamiento consistirá en haber evaluado todos los residuos peligrosos para determinar su poder calórico, con fines de obtener mezclas de desechos similares de poderes calóricos uniformes con fines de reducir el consumo de combustible.

#### **5.2.1.6. Trituración de residuos**

De acuerdo a la evaluación de sus residuos y/o productos estos pueden deben ser triturados hasta tenerlos en partes pequeñas que nos permitan ingresarlos en el incinerador.

#### **5.2.1.7. Pesaje de residuos**

Los residuos serán pesados antes de su ingreso al horno.

#### **5.2.1.8. Regulación del horno incinerador**

Se debe regular o asegurar que los indicadores del PLC de los equipo indiquen las condiciones deseadas. En este caso son las siguientes:

- La temperatura actual de trabajo del horno en un rango de 0 a 1200°C.
- Control del aire para la combustión. La línea de aire para alimentar la combustión se controla con una válvula reguladora que gradúa la combustión y controla las emisiones de humo producto de la combustión incompleta.
- Control de combustible. En la línea de abastecimiento de combustible está instalada una válvula de apertura o cierre rápido para ser operada en caso de emergencia.

- La temperatura de operación de la cámara de combustión es de 800°C, mientras que la de la cámara de postcombustión es de 1100°C (Ver anexo 5).

#### **5.2.1.9. Carga del horno incinerador**

El Operador del Horno alimentará el incinerador con 180 Kg de residuos sólidos por hora de operación (en 4 lotes de 45 Kg. c/u), simulando un batch, con intervalos de tiempo aproximadamente de 15 minutos dependientes del seguimiento de las temperaturas de trabajo tanto en la cámara de combustión como en la cámara de post-combustión.

El sistema de alimentación del horno consiste en una cámara hermética, que cuenta con un pistón neumático que empujará los residuos dentro de la cámara primaria. Cuenta con 2 bandejas de alimentación de 0.18m<sup>3</sup> cada una.

#### **5.2.1.10. Incineración de residuos**

El subproceso de incineración consta de la combustión de residuos, los cuales son llevados a elevadas temperaturas en la cámara de Combustión con el fin de incinerar las materias sólidas y líquidas, luego pasan a la cámara de Postcombustión, donde los gases serán quemados. El horno cuenta con un sistema de extracción continua de cenizas.

Los gases generados en este proceso son halados por el ventilador de tiro inducido hacia el Sistema de enfriamiento de gases, luego pasan por un sistema de filtro de mangas encargado de retener partículas sólidas, y posteriormente es enfriado y halado mediante un ventilador de tiro forzado hacia la chimenea de descarga de gases. Para mejor detalle sobre los componentes que conforman el equipo Incinerador en el anexo 6.

Los residuos generados en la operación de incineración, básicamente cenizas, escoria y sólidos del proceso de depuración de gases, son adecuadamente analizados para definir en función de sus características el método más apropiado de manejo, incluyendo tratamiento por inertización y/o depósito de seguridad.

#### **5.2.1.11. Recolección de cenizas**

Luego de atravesar la cámara primaria, el material residual inerte no combustible (cenizas), será descargado a través de una cámara de transición al Sistema de Remoción de cenizas residuales, recolectadas en un recipiente para que se enfríe y posteriormente se pese. Después de pesarse se agregará agua para humedecerlo y favorecer su manipulación.

#### **5.2.1.12. Disposición final de cenizas**

La disposición final de las cenizas será en el depósito de seguridad, trasladado en recipientes de 1 m<sup>3</sup> por el montacargas.

Posteriormente, se entrega un certificado del servicio realizado al cliente.

### **5.2.2. Procesos de la situación con proyecto de ampliación**

La ejecución del proyecto no involucrará un cambio en los procesos manuales. El subproceso “incineración de residuos” descrito en el punto 3.2.1.10 no cambiará para la línea operativa N°1, pero sí para la línea operativa N°2, como lo refleja la Figura N°8.

A continuación, se detalla el subproceso de “incineración de residuos” de la línea operativa N°2:



### 5.2.2.1. Incineración de residuos

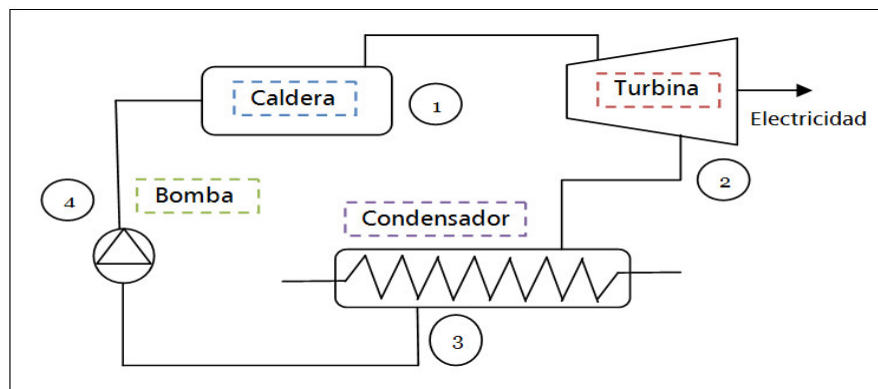
La línea operativa N°2 contará con un horno incinerador de dos cámaras con capacidad de 180 kg/hr (batches de 45kg cada 15 minutos), equivalente al horno de la línea operativa N°1. Los gases generados en el proceso de combustión son halados por el ventilador de tiro inducido hacia la caldera, transmitiendo calor a los tubos (aproximadamente el 45% a 50% del calor). Al salir de la caldera tendrá una temperatura promedio de 180 a 200°C. Posteriormente, los gases pasan por un sistema de filtro de mangas para luego ser expulsados por la chimenea.

Los tubos calientes de la caldera transmiten el calor al agua osmotizada que circula exteriormente a los tubos, hasta llevarla al punto de ebullición y generar vapor, el cual pasará por una turbina de vapor que la transformará la energía mecánica en energía eléctrica.

La generación de energía eléctrica por cada tonelada de residuos incinerado es de aproximadamente 650 kwh.

La Figura N°9 detalla el sistema de generación eléctrica que se incorporará en la nueva línea operativa.

FIGURA N°9 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

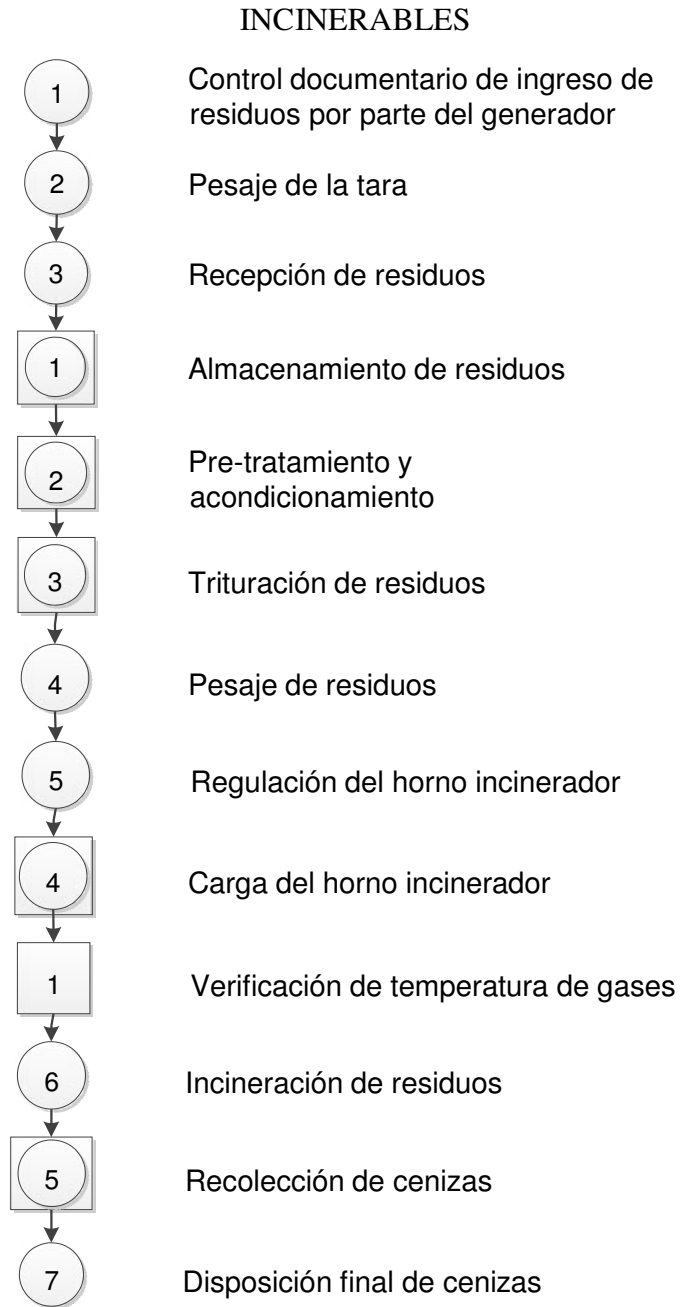


Fuente: Befesa Perú s.a.

### 5.2.3. Diagrama de Operaciones del Proceso

Se presenta el Diagrama de Operaciones del Proceso en la Figura N°10.

FIGURA N°10 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

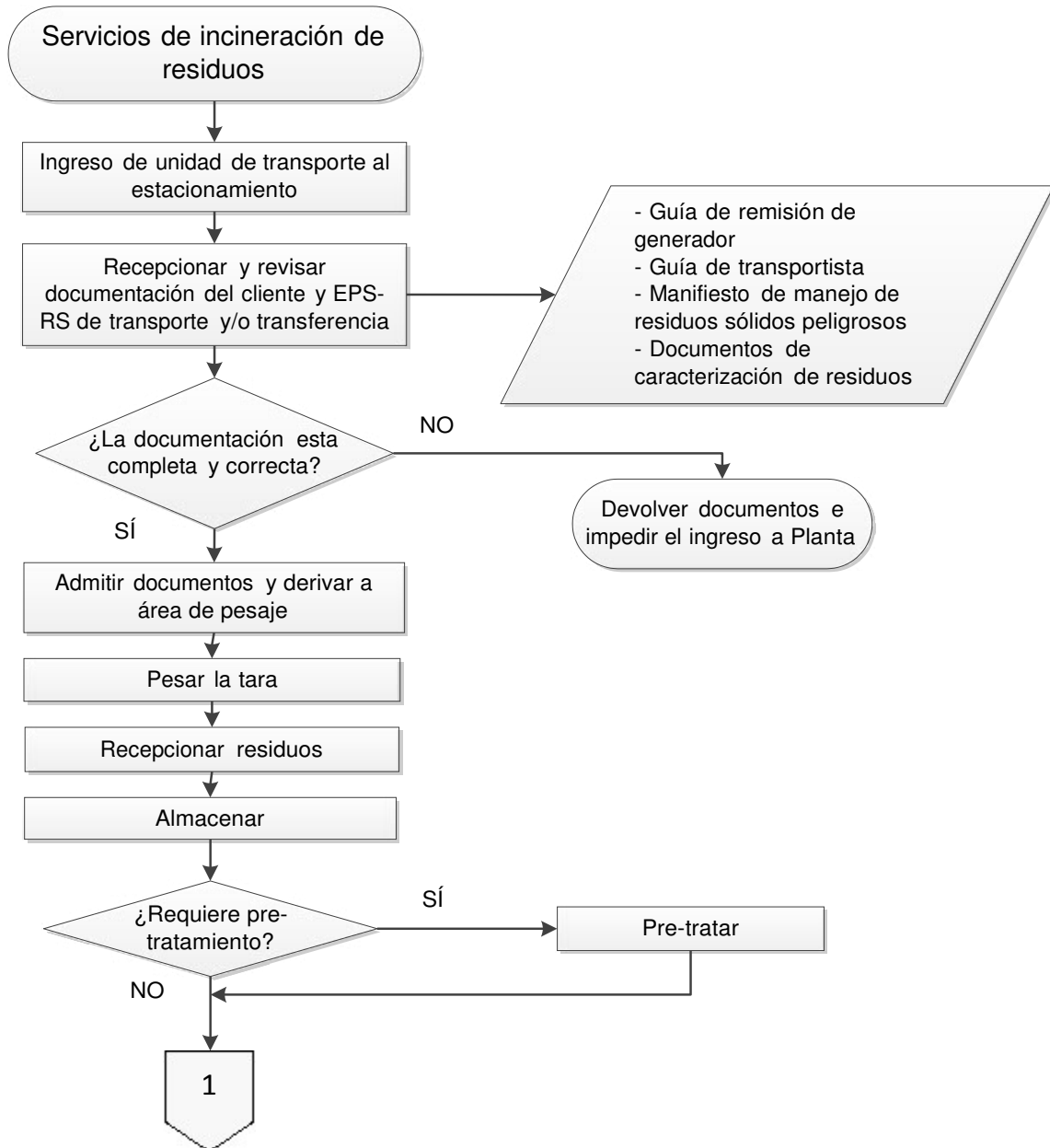


Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

#### 5.2.4. Diagrama de flujo

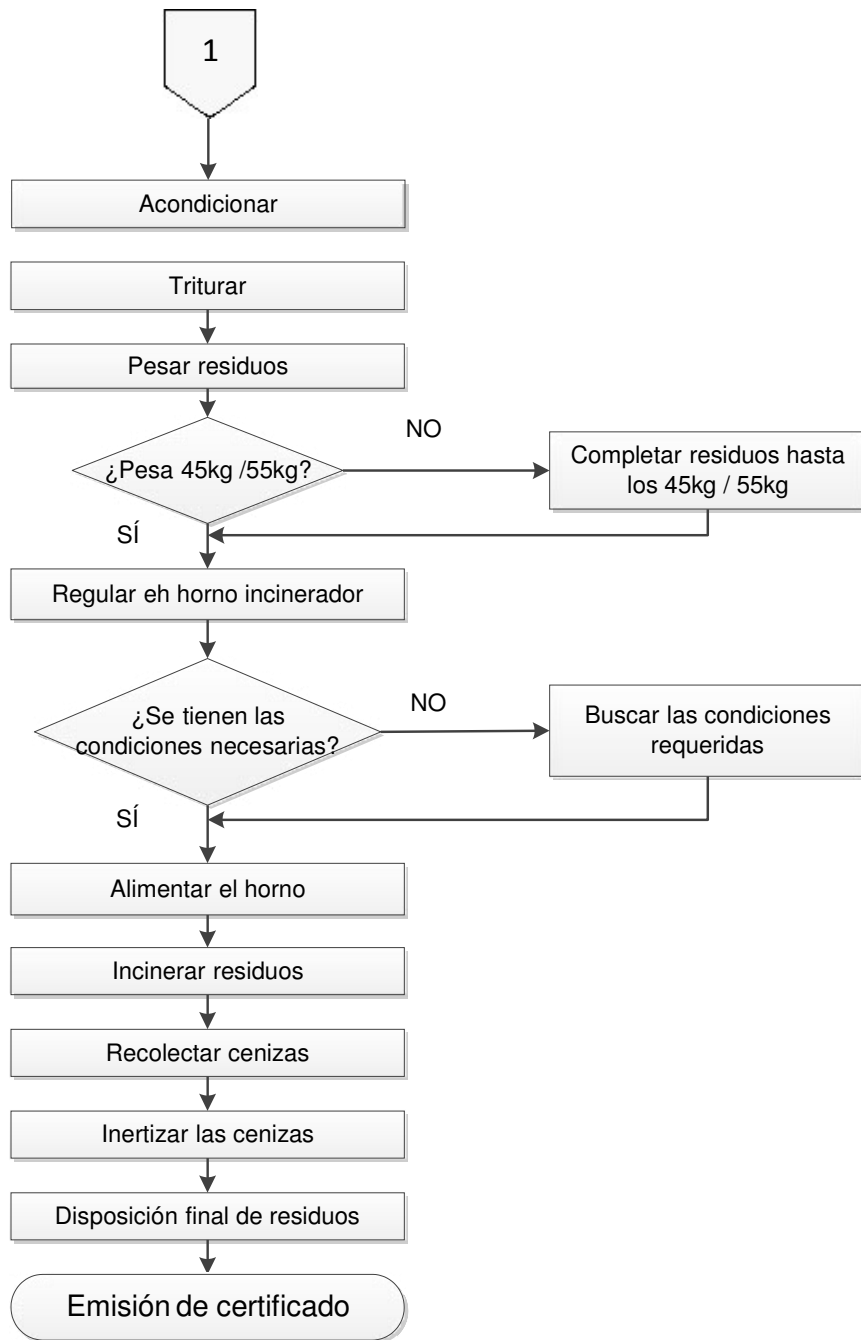
Se presenta en la Figura N°11 el diagrama del flujo del proceso de incineración de residuos.

FIGURA N°11 DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INCINERABLES



Elaboración propia

FIGURA N°11 (CONTINUACIÓN) DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS  
INCINERABLES



Elaboración propia

### 5.3. Infraestructura

La Tabla N°20 muestra la cantidad de máquinas y equipos con los que se cuenta actualmente en la planta, así como las máquinas y equipos que se adquiriría con la implementación del proyecto de ampliación.

TABLA N°20 MATERIALES E INSUMOS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Situación actual		Situación con proyecto de ampliación	
Cantidad	Máquinas / Equipos	Cantidad	Máquinas / Equipos
1	Horno	1	Horno
1	Intercambiador de calor	1	Caldera
1	sistema de enfriamiento de agua	1	Filtro de mangas
1	Filtro de mangas	1	Turbina de vapor
1	Chimenea	1	Generador eléctrico
1	Trituradora	1	sistema de enfriamiento de agua
1	Balanza electrónica		
1	Montacargas		

Elaboración propia

#### 5.3.1. Máquinas y equipos de la situación actual

Los principales equipos que conforman el incinerador son:

- Horno incinerador: compuesto por la cámara de combustión, que trabaja a una temperatura de 800°C con el fin de incinerar las materias sólidas y líquidas; una cámara de oxidación, donde se inyecta el aire necesario para la eficiente combustión de los gases provenientes de la cámara de combustión; y una Cámara de postcombustión, donde los gases serán quemados a una temperatura de 1100°C. El horno cuenta con un sistema de extracción continua de cenizas. Tiene una capacidad de trabajo de 180 Kg/hora. Tiene una eficiencia operativa de 93%, con horas continuas de operación

- Turbina de tiro forzado: dispositivo encargado de suministrar tanto los aires de combustión para los quemadores como los gases de oxidación y combustión del deshecho.
- Sistema de enfriamiento de gases: equipo también conocido como intercambiador de Calor, que consta de 192 tubos de 2 metros de largo (ver Figura 12). Su función es enfriar los gases calientes con la superficie fría de los tubos para reducir la temperatura a 200°C aproximadamente, cumplimiento de esa manera con normativa vigente nacional e internacional sobre la emisión de gases.
- Filtro de mangas: forma parte del Sistema de Depuración de gases y sirve para filtrar todas las partículas sólidas, dosificando cal al flujo de gases antes de su ingreso al Sistema, logrando de esta manera neutralizar los gases ácidos y haciendo que estas se adhieran temporalmente a las telas (filtros) para posteriormente caer en el depósito receptor de partículas mediante el disparo de un flujo de aire a presión cada 3 minutos (Sistema de aire comprimido). La Figura 13 muestra el flujo de gases en el filtro de mangas y la Figura 14 el comparativo de efectividad los distintos sistemas de retención de partículas que hay en el mercado, dejando claro que el filtro de mangas es el mejor sistema, llegando a retener partículas de hasta 0.01 micras.
- Turbina de tiro inducido: dispositivo encargado de halar los gases desde el filtro de mangas e inducirlo hacia la chimenea.
- Chimenea: tiene una longitud de 20 metros, y en su interior cuenta con un absorbente de dioxinas y furanos (filtro de carbón activado) que conforma el sistema de Depuración de Gases.
- Sistema de enfriamiento de agua: mediante 8 ventiladores se encarga de enfriar el agua osmotizada que circula por el interior del Sistema de Enfriamiento de Gases. debido a la

modificación que se realizará en el Sistema de enfriamiento de gases. Se puede observar en la Figura 15 los ventiladores del Sistema de enfriamiento de agua.

- Tablero de control: en su interior están montadas las protecciones, controladores de temperaturas (para cámara de combustión, post-combustión y gases), indicadores de operación y elementos de señalización de la operación. Además cuenta con un Sistema de Registro de temperaturas donde las señales provenientes de las cámaras de combustión y post-combustión pueden ser enviadas a un sistema de registro y gráfica en un computador.
- Sistema de control de emisiones: conformado por un tablero de control de emisiones gaseosas cuyos datos son enviados a un sistema de registro en un computador.

La planta cuenta con otras maquinarias y equipos, siendo los principales:

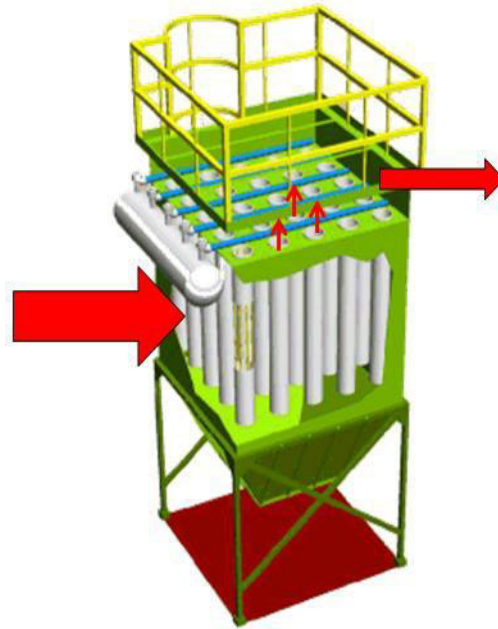
- Trituradora: cuenta con un motor eléctrico de 6 HP x 1800 RPM, tolva de carga de 20 x 30 cm. y capacidad de trabajo, 800 Kg/hr. Ver Figura 16.
- Balanza: con plataforma de pesaje de capacidad 250kg.
- Montacargas: de marca Nissan, modelo L200 y de 2 toneladas de capacidad.

FIGURA N°12 PARTE INTERNA DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR



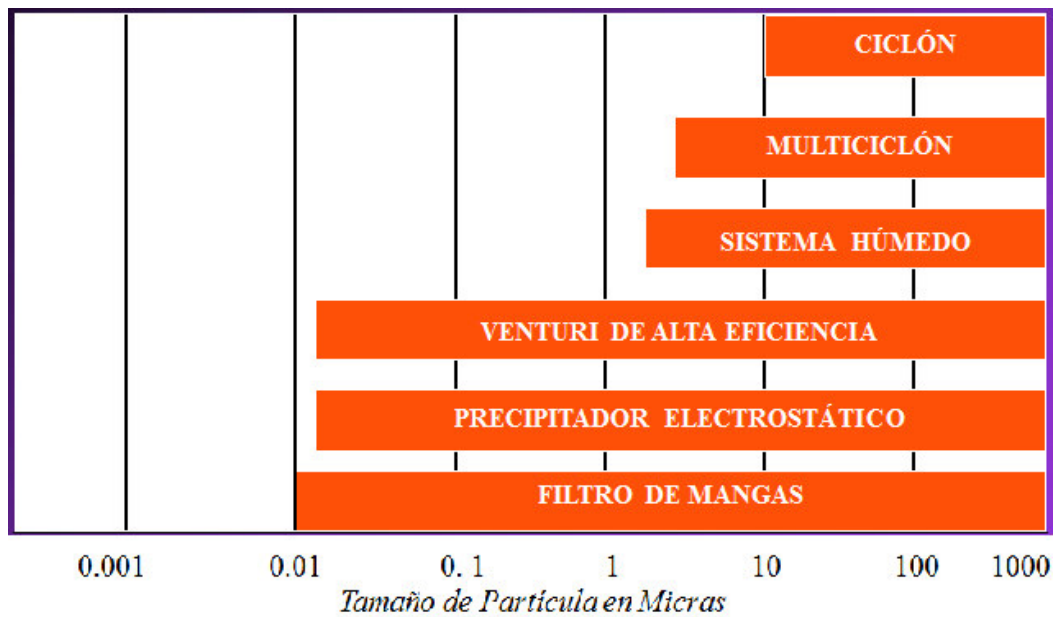
Fuente: Befesa Perú s.a.

FIGURA N°13 FLUJO DE GASES EN FILTRO DE MANGAS



Fuente: Premac s.a.

FIGURA N°14 SISTEMAS DE CONTROL DE MATERIALES PARTICULADOS



Fuente: Premac s.a.



FIGURA N°15 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA



Fuente: Befesa Perú s.a.

FIGURA N°16 TRITURADORA



Fuente: Befesa Perú s.a.

### 5.3.2. Máquinas y equipos de la situación con proyecto

Los principales equipos que conformarían la línea operativa N°2 son:

- Horno incinerador: equipo compuesto por la cámara de combustión, que trabaja a una temperatura de 800°C y Cámara de postcombustión, donde los gases serán quemados a

una temperatura de 1100°C. El horno cuenta con un sistema de extracción continua de cenizas. Tiene una capacidad de trabajo de 220 Kg/hora.

- Turbina de tiro forzado: dispositivo encargado de suministrar tanto los aires de combustión para los quemadores como los gases de oxidación y combustión del deshecho.

- Caldera: funciona como sistema de enfriamiento de gases, el cual tiene la función de enfriar los gases de la combustión hasta 200°C, asimismo, la caldera (ver plano referencial en anexo 7) utiliza el calor de dichos gases para calentar agua osmotizada que circula en su interior y generar vapor de agua a alta presión, cuya energía mecánica será utilizada posteriormente para la generación de energía eléctrica.

- Turbina de vapor: es el equipo encargado de convertir la energía de un flujo de vapor a alta presión en energía mecánica, la cual será transmitida al generador eléctrico.

- Generador eléctrico: equipo encargado de transformar la energía mecánica recibida de la turbina de vapor en energía eléctrica.

- Filtro de mangas: encargado de filtrar partículas. Tiene exactamente el mismo funcionamiento que el filtro utilizado.

- Chimenea: el proyecto no requiere de una nueva chimenea ya que emanaría los gases por la misma chimenea, sin embargo, será necesario cambiar filtros de carbón activado con mayor frecuencia, lo cual está considerado dentro de los insumos a utilizarse, que impacta en el costo variable del proyecto.

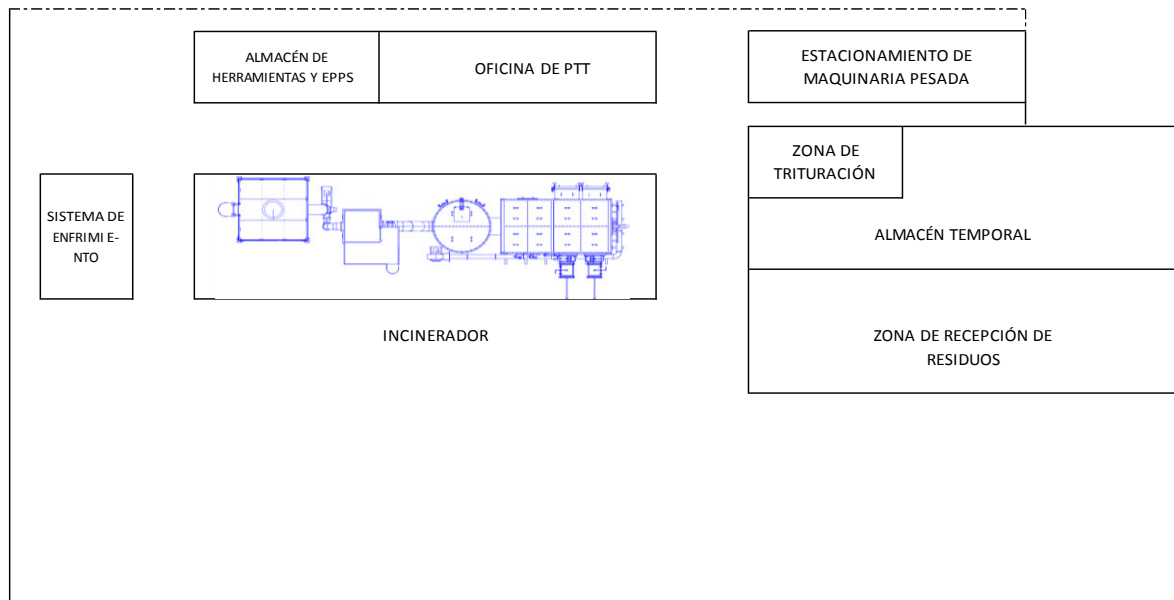
- Sistema de enfriamiento de agua (condensador): se encarga de recepcionar vapor de agua que sale de la turbina de vapor, y condensarla mediante el uso de ventiladores, para redirigirla nuevamente a la caldera por medio de una bomba de agua.

- Tablero de control: tanto para los equipos que conformar el incinerador, como para controlar los equipos de generación de energía.
- Sistema de control de emisiones: conformado por un tablero de control de emisiones gaseosas cuyos datos son enviados a un sistema de registro en un computador.

### 5.3.3. Distribución de Planta

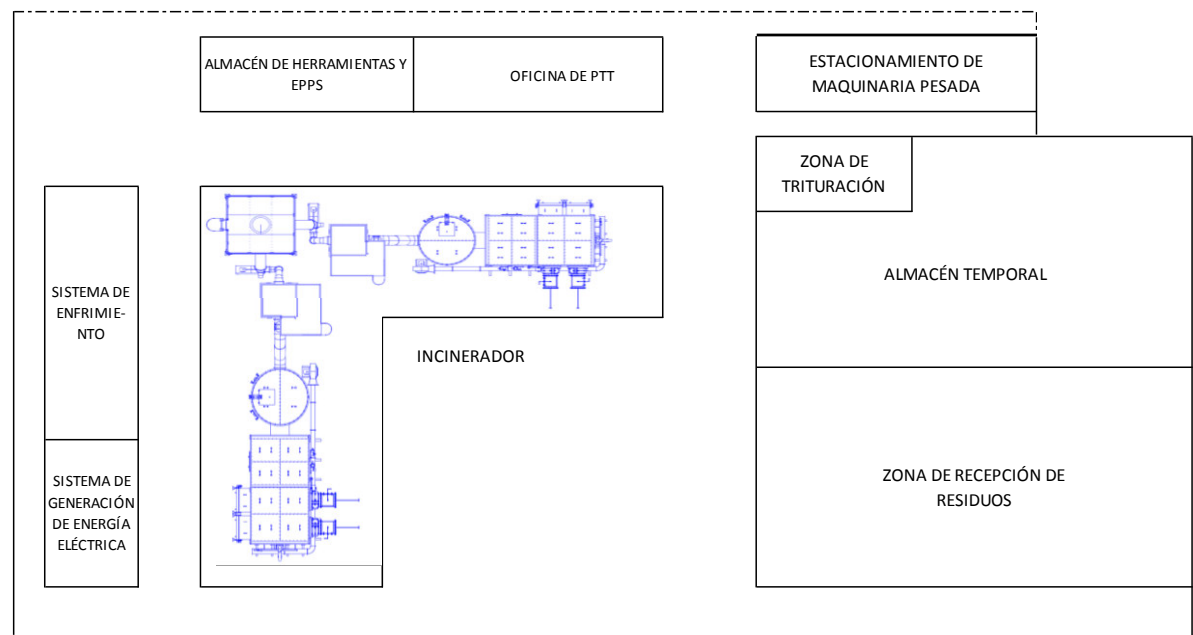
Las zonas de trabajo de la planta de tratamiento térmico están distribuidas actualmente según lo indicado en la Figura 17, teniendo un área total asignada de 800 m<sup>2</sup>, mientras que la distribución planteada con la implementación del proyecto está reflejada en la Figura 18.

FIGURA N°17 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN ACTUAL



Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

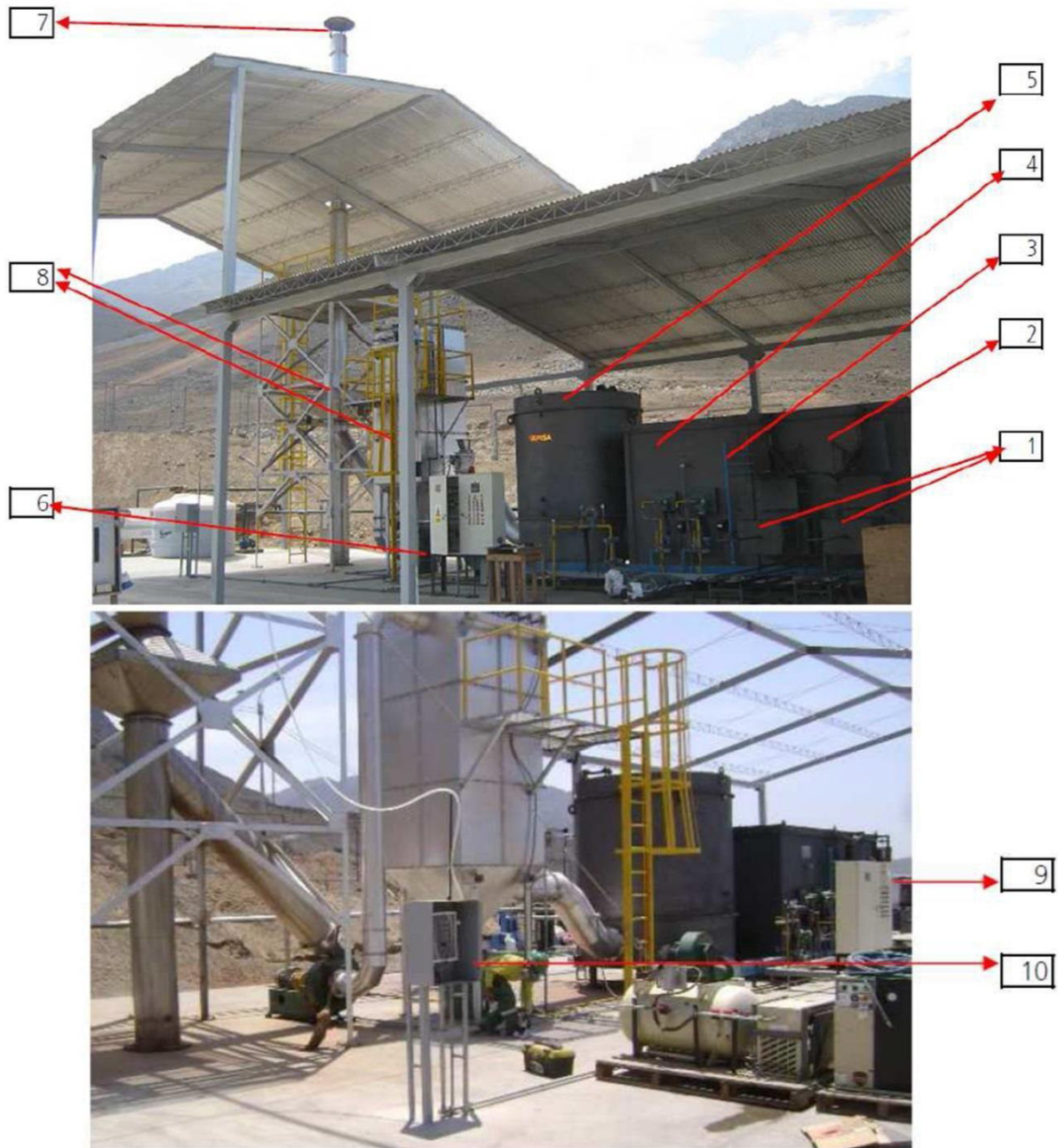
FIGURA N°18 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN



Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

Como se ha indicado anteriormente, el incinerador con el que se cuenta actualmente está compuesto de diversos equipos los cuales se detallan en la Figura 19.

FIGURA N°19 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DEL INCINERADOR



1. Bandejas de alimentación / 2. Cámara de Combustión / 3. Cámara de oxidación / 4. Cámara de Post-combustión / 5. Sistema de enfriamiento de gases / 6. Turbina de tiro forzado / 7. Chimenea / 8. Sistema de depuración de gases / 9. Tablero de control / 10. Control de emisiones / 11. Sistema de enfriamiento de aguas

Fuente: Befesa Perú s.a.

## 5.4. Requerimientos del proceso productivo

### 5.4.1. Materiales

La Tabla N°21 detalla los materiales e insumos utilizados en el proceso operativo, diferenciando la situación actual y lo que representa el proyecto de ampliación. Debido a que la línea operativa N°2 cuenta con otros equipos adicionales, se genera un costo variable mayor para la línea operativa N°2, el cual se verá mitigado por el ahorro en consumo eléctrico (reflejado en el análisis económico del proyecto). El costo variable (de insumos) por día de tratamiento es de S/2,339.35 actualmente y con la implementación del proyecto de ampliación sería de S/2,534.88. El costo unitario del consumo eléctrico es de S/0.385 + 4% anual (base 2016), según la tendencia detectada por el área logística de la empresa en estudio.

**TABLA N°21 MATERIALES E INSUMOS DEL PROCESO PRODUCTIVO**

<b>Situación actual (línea operativa N°1)</b>						
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo día	Costo unitario	Subtotal día	
Consumo eléctrico	kw/hr	60.00	24	S/. 0.42	S/.	599.64
Consumo de agua blanda	lt/día	150.00	1	S/. 0.20	S/.	30.00
Consumo de cal	Kg/hr	12.00	24	S/. 0.95	S/.	273.60
Consumo de carbón activado	Kg/hr	1.80	24	S/. 11.80	S/.	509.76
Consumo de GLP	gl/día	98.00	1	S/. 7.78	S/.	762.44
Cetamine F300 inhibidor de cor	Kg/día	0.50	1	S/. 31.35	S/.	15.68
Otros	kg/día	1.00	1	S/. 10.00	S/.	10.00
EPPs tipo 1	HH/día	96.00	1	S/. 1.20	S/.	115.20
EPPs tipo 2	HH/día	24.00	1	S/. 0.96	S/.	23.04
<b>Costo variable por día</b>					<b>S/.</b>	<b>2,339.35</b>

<b>Situación con proyecto de ampliación (línea operativa N°2)</b>						
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo día	Costo unitario	Subtotal día	
Consumo eléctrico	kw/hr	60.00	24	S/. 0.42	S/.	561.60
Consumo de agua blanda	lt/día	1500.00	1	S/. 0.20	S/.	300.00
Consumo de cal	Kg/hr	12.00	24	S/. 0.95	S/.	273.60
Consumo de carbón activado	Kg/hr	1.80	24	S/. 11.80	S/.	509.76
Consumo de GLP	gl/día	98.00	1	S/. 7.78	S/.	762.44
Cetamine F300 inhibidor de cor	Kg/día	0.50	1	S/. 31.35	S/.	15.68
Lubricantes	lt/día	2.00	1	S/. 10.20	S/.	20.40
Otros	kg/día	1.00	1	S/. 12.00	S/.	12.00
EPPs tipo 1	HH/día	72.00	1	S/. 1.20	S/.	86.40
<b>Costo variable por día</b>					<b>S/.</b>	<b>2,541.88</b>

**Nota.** Costos para año 1 del proyecto

Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

#### **5.4.2. Mano de obra**

La Tabla N°22 detalla la relación de mano de obra directa utilizada en el proceso productivo, diferenciando la situación actual de la empresa, lo que representaría el proyecto de ampliación, y el consolidado en caso de ejecutarse el proyecto.

El aumento de los 7 operarios para el proyecto se realizará a del final del primer año del horizonte del Proyecto, ya que recién allí será necesario operar en ambos hornos en paralelo debido a la cantidad acumulada de residuos. Mientras la demanda no exija el encendido de ambos hornos, solo funcionará la línea operativa N°2 que representa menores costos operativos debido al ahorro energético.

Por otro lado, se considera un incremento de salario a los supervisores del 10%, debido a que el trabajo para ellos aumentará, pero no demandaría la contratación de más personal.

**TABLA N°22 MANO DE OBRA DEL PROCESO PRODUCTIVO**

<b>Situación actual</b>						
Descripción	Cantidad	% tiempo utilizado	Sueldo		Costo mensual	
Ingeniero químico	1	40%	S/.	3,500.00	S/.	1,890.00
Supervisor (turno mañana)	1	100%	S/.	3,500.00	S/.	4,725.00
Supervisor (turno tarde)	1	100%	S/.	4,000.00	S/.	5,400.00
Supervisor (turno noche)	1	100%	S/.	4,700.00	S/.	6,345.00
Operario (turno mañana)	4	100%	S/.	1,800.00	S/.	9,720.00
Operario (turno tarde)	4	100%	S/.	2,200.00	S/.	11,880.00
Operario (turno noche)	3	100%	S/.	2,700.00	S/.	10,935.00
Operador de montacarga	1	75%	S/.	3,200.00	S/.	3,240.00
<b>Costo total</b>					<b>S/.</b>	<b>54,135.00</b>

<b>Proyecto de ampliación</b>						
Descripción	Cantidad	% tiempo utilizado	Sueldo		Costo mensual	
Ingeniero químico	1	16%	S/.	3,500.00	S/.	756.00
Operario (turno mañana)	3	100%	S/.	1,800.00	S/.	7,290.00
Operario (turno tarde)	2	0%	S/.	2,200.00	S/.	5,940.00
Operario (turno noche)	2	0%	S/.	2,700.00	S/.	7,290.00
<b>Costo total</b>					<b>S/.</b>	<b>21,276.00</b>

<b>Consolidado</b>						
Descripción	Cantidad	% tiempo utilizado	Sueldo		Costo mensual	
Ingeniero químico	1	56%	S/.	3,500.00	S/.	2,646.00
Supervisor (turno mañana)	1	100%	S/.	3,850.00	S/.	5,197.50
Supervisor (turno tarde)	1	100%	S/.	4,400.00	S/.	5,940.00
Supervisor (turno noche)	1	100%	S/.	5,170.00	S/.	6,979.50
Operario (turno mañana)	7	100%	S/.	1,800.00	S/.	17,010.00
Operario (turno tarde)	6	100%	S/.	2,200.00	S/.	17,820.00
Operario (turno noche)	5	100%	S/.	2,700.00	S/.	18,225.00
Operador de montacarga	1	75%	S/.	3,200.00	S/.	3,240.00
<b>Costo total</b>					<b>S/.</b>	<b>77,058.00</b>

**Nota.** Se ha considerado el costo por planilla para la empresa de 35%

Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia



### 5.4.3. Servicios

La Tabla N°23 muestra la relación de servicios involucrados directamente como costo variable para el proceso productivo, así como los servicios relacionados a los costos fijos que genera la planta de tratamiento térmico. Se presenta la situación sin proyecto de la empresa y lo que representa el proyecto. Se está considerando los costos fijos por separado, en este punto, debido a que se trata de reflejar el impacto que tiene el Proyecto; ya que, las líneas operativas pueden funcionar independientemente entre sí.

**TABLA N°23 SERVICIOS REQUERIDOS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO**

Situación actual							
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo por día	Costo unitario		Costo anual	
Costos variables						S/.	557.22
Trituración (*)	HM/día	5.4	1	S/.	22.30	S/.	120.42
Mantenimiento correctivo	HM/día	24	1	S/.	18.20	S/.	436.80
Costos fijos						S/.	49,000.00
Monitoreos ambientales						S/.	18,000.00
Matenimiento preventivo						S/.	24,000.00
Calibración de equipos						S/.	7,000.00

Situación con proyecto de ampliación							
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo por día	Costo unitario		Subtotal día	
Costos variables						S/.	644.58
Trituración (*)	HM/día	5.4	1	S/.	22.30	S/.	120.42
Mantenimiento correctivo	HM/día	24	1	S/.	21.84	S/.	524.16
Costos fijos						S/.	39,200.00
Monitoreos ambientales						S/.	3,600.00
Matenimiento preventivo						S/.	30,000.00
Calibración de equipos						S/.	5,600.00

(\*) proceso de trituración realizado por personal propio de la empresa en estudio. Se considera el costo por hora de trituración, el cual es un dato brindado por la empresa en estudio

Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración propia

## **CAPÍTULO VI: ESTUDIO LEGAL**

En el presente capítulo se desarrolla la base legal aplicable al servicio prestado, tanto las normas legales como las instituciones reguladoras de la EPS-RS en estudio.

### **6.1. Normas legales**

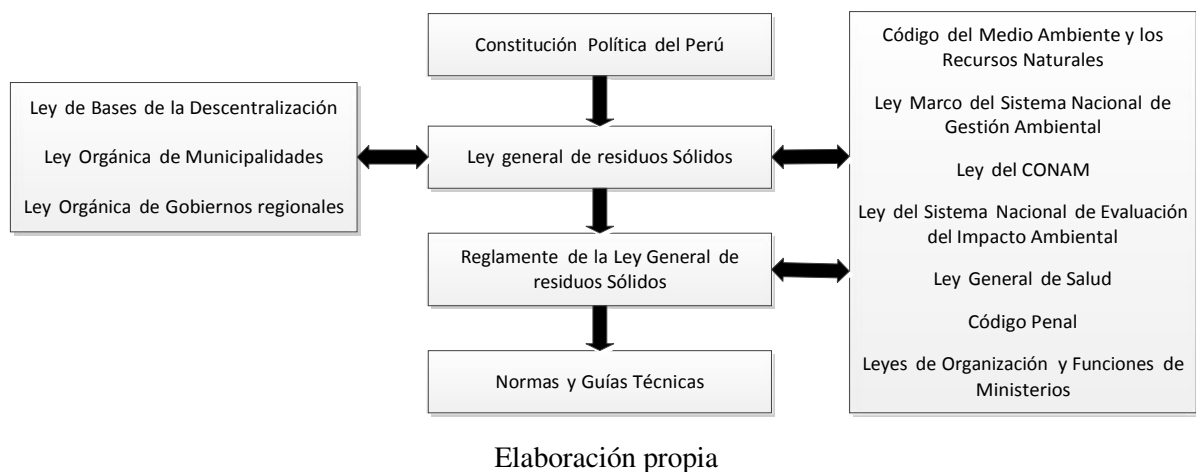
Actualmente, la normatividad vigente adicionada a una fuerte presión pública y de medios de comunicación, vienen orientando a la mayor parte de la industria a concluir que es mucho más ventajoso estar a favor de las actividades relacionadas con la protección del medio ambiente, que oponerse a las mismas. La reingeniería y el concepto de desarrollo sostenible vienen revolucionando los sistemas técnicos y de costos de las empresas, las que paulatinamente se están adecuando a los cambios que propugnan la salvaguarda ambiental, como garantía de un futuro adecuado para las próximas generaciones.

Sin embargo, la sola emisión de una norma jurídica no asegura su cumplimiento. Para tal fin, es muy importante que el generador tome conciencia de la problemática ambiental, active los sistemas adecuados para su eco-gestión integral y que los organismos fiscalizadores realicen el monitoreo constante de dichas actividades.

Adicionalmente a la normativa peruana que se detallará más adelante, Befesa Perú cumple con la calidad exigida por la legislación alemana (Unión Europea) y colombiana, las cuales detallan todos los parámetros de funcionamiento de una planta incineradora.

Las normas legales que cumple Befesa Perú para su funcionamiento como EPS-RS parten de la Constitución Política del Perú. Dichas normas son estipuladas en el Estudio de Impacto Ambiental. A continuación se presentan en la Figura 20 la estructura de la normativa de Residuos Sólidos en el Perú.

FIGURA N°20 NORMATIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS



## 6.2. Organismos reguladores

El Perú se encuentra en evolución en cuanto a la normativa que regula la adecuada recolección, transporte, segregación, acondicionamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en general. Los entes reguladores son:

- Ministerio del Ambiente: encargado de la fiscalización del cuidado ambiental, y del seguimiento del impacto ambiental causado por la industria.

- Ministerio de Salud: promulgación de normas técnicas, manuales, reglamentos sobre la adecuada gestión de residuos diversos.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA): responsable en el aspecto técnico, normativo, vigilancia, supervigilancia y fiscalización en materia de salud ambiental (Ley General de Residuos Sólidos - Ley 27314, el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos - D.S. N° 057-2004/PCM y la Norma Técnica N° 008-MINSA/DGSP-V.01: Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios).
- Ministerio de Trabajos: encargado del bienestar en temas relacionados a seguridad y salud ocupacional.
- Ministerio de Energía y Minas: reglamentos y guías de protección ambiental de distintas actividades relacionadas a las actividades de energía y minas.
- Ministerio de Transporte: encargado de la promulgación de leyes relacionadas al Transporte de materiales peligrosos.

### **6.3. Requisitos legales para la puesta en marcha del Proyecto**

Befesa Perú cuenta actualmente con todos los permisos necesarios, por lo que únicamente tendría que ampliar el alcance de su EIA y esperar la aprobación del mismo. En la ampliación del IEA se deberá indicar la futura capacidad de tratamiento, entre otros cambios relacionados a la planta.

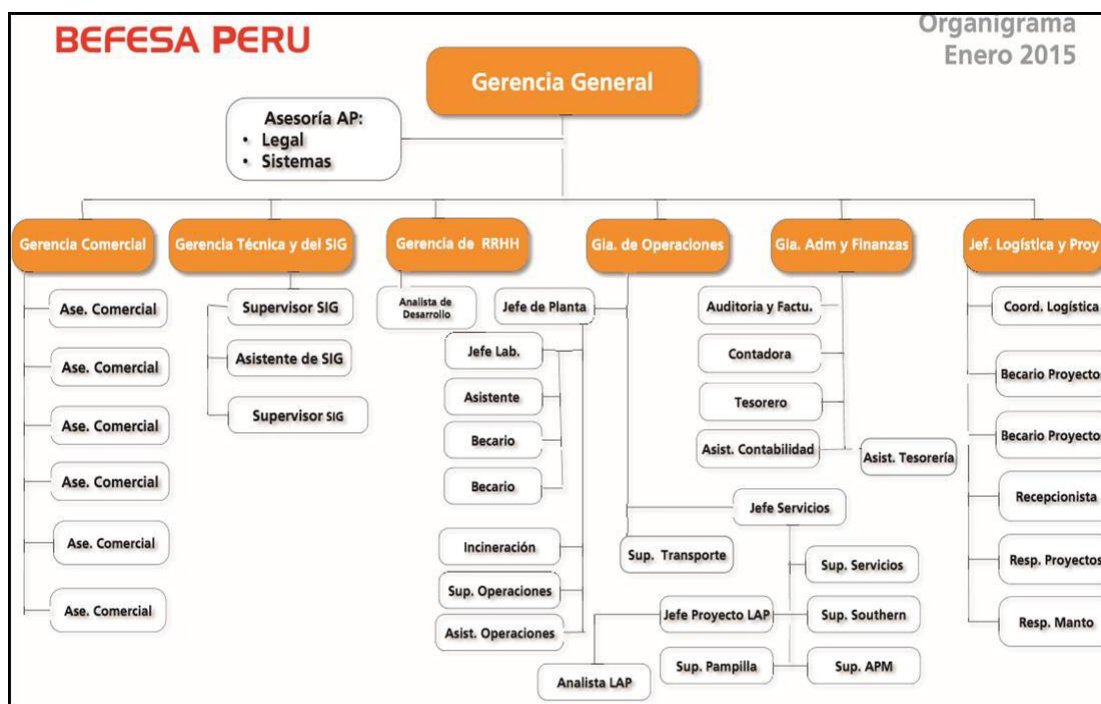
Con respecto a las certificaciones de estándares internacionales, el proyecto no afecta el proceso de las operaciones, por lo que las certificaciones con las que cuenta la empresa cubren también los procesos de la nueva línea operativa.

## CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN

### 7.1. Organigrama

La estructura organizativa del proyecto no variará a la ya existente, que es de tipo funcional. La Figura N°21 el organigrama de la empresa en estudio.

FIGURA N°21 ORGANIGRAMA



Fuente: Befesa Perú s.a.  
Elaboración: Befesa Perú s.a.

## **7.2. Puestos y funciones**

Los cargos relacionados directamente al servicio de Incineración son:

- Jefe de planta: encargado de realizar las gestiones y coordinaciones relacionadas al proceso administrativo y operativo de la planta operaciones.
- Supervisor de la planta de tratamiento térmico: responsable de supervisar la adecuada operación de los equipos y uso de las instalaciones de la planta de tratamiento térmico.
- Jefe de laboratorio: encargado liderar al equipo de laboratorio. Formular la mezcla óptima a incinerar.
- Asistente de laboratorio: encargado del análisis y caracterización de los residuos, de realizar el análisis físico químico de los residuos a incinerar.
- Becario de laboratorio: encargado de asistir en el análisis de los residuos.
- Operario: encargado del proceso de trituración de residuos, así como de la carga de residuos de la cámara de combustión y limpieza de la cámara de combustión. También cumplirá la función de operar los equipos generadores de energía eléctrica (caldera, turbina y generador).
- Operador de montacargas: encargado de operar el montacargas y realizar la recepción de los residuos que lleguen a la Planta de Tratamiento Térmico (descarga), así como del traslado interno de los mismos.

## **7.3. Requerimiento de personal**

Debido al aumento de capacidad de tratamiento que plantea el proyecto, se recepcionará mayor cantidad de residuos, los cuales habrá que clasificarlos, pre tratarlos,

triturarlos, almacenarlos, y posteriormente incinerarlos. Por otro lado, el proyecto también plantea la incorporación de un sistema de aprovechamiento de calor para generar energía eléctrica, el cual consta básicamente de una caldera, una turbina de vapor y un generador eléctrico.

Actualmente, los operarios encargados de la operación, se distribuyen según lo detallado en el acápite 4.4.2. Como lo detallado en ese mismo punto, se ha estipulado la contratación de más operarios para abastecer la mano de obra requerida para de la nueva capacidad de tratamiento. Se va a requerir de 3 operarios adicionales en el turno de la mañana, asegurando de esta manera que en el horario de recepción de residuos (9:00 a 17:30) sí habrá personal suficiente para las labores requeridas; 2 operarios adicionales en el turno tarde, y 2 operarios adicionales en el turno noches (debido a que en este horario los operarios únicamente abastecen de residuos al horno sin hacer otras actividades como triturar o apoyar en la recepción de residuos).

No se requiere de supervisores adicionales, sin embargo se está considerando el incremento del sueldo en 10% (como máximo) ya que deberán supervisar ambas líneas operativas, así como verificar los indicadores del sistema de generación eléctrica.

La Tabla N°24 refleja el requerimiento de operarios a contratar para la ejecución del proyecto en comparación con la cantidad actual de operarios.

**TABLA N°24 REQUERIMIENTO DE OPERARIOS PARA EL PROYECTO**

Turno	Situación actual	Situación con proyecto de ampliación
Mañana	4	3
Tarde	4	2
Noche	3	2

Elaboración propia

## CAPÍTULO VIII: ESTUDIO DE INVERSIONES Y ECONÓMICO

Este capítulo busca ordenar y esquematizar la información económica para la implementación del proyecto, a fin de conocer la magnitud total de la inversión del proyecto.

### 8.1. Inversión

#### 8.1.1. Inversión de activos

En la Tabla N°25 se presenta el listado de los activos requeridos para la ejecución del proyecto, por un monto de S/.2,834,320.00, conformado por S/. 2,801,320.00 de activos fijos, y S/. 33,000.00 de activos intangibles.

TABLA N°25 INVERSIÓN DE ACTIVOS

<b>Activos fijos</b>			
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo total
Equipos			S/. 2,801,320
Incinerador (horno + filtro de mangas)	und	1	S/. 2,217,220
Equipos de control	und	1	S/. 33,040
Caldera de vapor	und	1	S/. 236,000
Generador eléctrico	und	1	S/. 96,760
Turbina de vapor	und	1	S/. 88,500
Aeroenfriador	und	1	S/. 112,100
Otras instalaciones (tuberías, etc.)	und	1	S/. 17,700
Intangibles			S/. 33,000
Ampliación EIA	glb	1	S/. 8,000
Elaboración del proyecto	glb	1	S/. 15,000
Permisos y autorizaciones	glb	1	S/. 10,000
<b>Total inversión</b>			<b>S/. 2,834,320</b>

Elaboración propia



### 8.1.2. Cronograma de inversiones

La implementación del proyecto tomaría de 4 a 6 meses, considerándose la capacitación del personal. El desembolso para la adquisición de equipos, deberá realizarse tomando en cuenta el tiempo de fabricación de cada uno de ellos.

La Tabla N°26 muestra el cronograma de inversiones requerido para la ejecución del proyecto.

**TABLA N°26 CRONOGRAMA DE INVERSIONES**

Activos	Año	Pre-Operación	Operación									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Estudios preliminares</u>	S/. 33,000.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Ampliación EIA	S/. 8,000.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Elaboracion de Proyecto	S/. 15,000.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Permisos y autorizaciones	S/. 10,000.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
<u>Equipos</u>	S/. 2,801,320.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Incinerador (horno+filtro de mangas)	S/. 2,217,220.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Equipos de control	S/. 33,040.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Caldera de vapor	S/. 236,000.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Turbina de vapor	S/. 88,500.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
generador eléctrico	S/. 96,760.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Aeroenfriador	S/. 112,100.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Otras instalaciones (tuberías, etc.)	S/. 17,700.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
<b>Total inversión</b>	S/. 2,834,320.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -

Elaboración propia

### 8.2. Presupuesto

En este acápite se procede a calcular los presupuestos de ingresos y de egresos de resultados y de caja del horizonte de 10 años para la situación actual y la situación con proyecto de ampliación. Los presupuestos de resultados servirán para alimentar los estados de resultados, y los presupuestos de caja alimentarán los flujos de caja.

La Tabla N°27 detalla los datos utilizados para la elaboración de los presupuestos de ventas, costos de ventas y otros beneficios; para un mejor entendimiento de las tablas siguientes.

TABLA N°27 DETALLE DE DATOS PARA GENERACIÓN DE PRESUPUESTOS

	Situación actual	Situación con proyecto de ampliación	
	Línea operativa N°1	Línea operativa N°1	Línea operativa N°2
Presupuesto de ventas			
cantidad (tn)	cantidad tratada total	cantidad tratada total	
precio (S/.)	S/. 3,200.00 + IGV	S/. 3,200.00 + IGV	
TOTAL	= cantidad * precio	= cantidad * precio	
Presupuesto de costo de ventas			
cantidad tratada (tn)	residuos en custodia por periodo máximo de 30 días	residuos en custodia por periodo máximo de 30 días	residuos en custodia por periodo máximo de 30 días
costo de ventas (S/.) *	= costo variable de operación de la línea operativa N°1 * tonelada tratada	= costo variable de operación de la línea operativa N°1 * tonelada tratada	= costo variable de operación de la línea operativa N°2 * tonelada tratada - ahorro por generación eléctrica
cantidad tercerizada (tn)	cantidad que no puede tratarse dentro del tiempo permitido de custodia (máximo 10% de la cantidad tratada)	-	-
costo por tercerizar (S/.)	= precio de la competencia + gastos de transportes	-	-
costos fijos	= monitoreos ambientales + mantenimiento preventivo + calibración de equipos	= monitoreos ambientales + mantenimiento preventivo + calibración de equipos	
MOD	= costos por operario + supervisores	= costos por operario + supervisores	
TOTAL	= cantidad tratada*costo de ventas + cantidad tercerizada*costo por tercerizar + costos fijo + MOD	= cantidad tratada*costo de ventas + costos fijo + MOD	
Presupuesto de otros beneficios			
otros beneficios (kwh) **	-	Ahorro generado por generación eléctrica costo por	
precio (S/.)	-	kwh según proveedor de energía eléctrica (S/. 0.385 + 4% anual)	
venta chatarra (tn)	peso de intercambiador de calor	peso de intercambiador de calor	-
precio (S/.)	costo de chatarra por tonelada	costo de chatarra por tonelada	-
TOTAL	= venta chatarra * precio	= otros beneficios * precio + venta chatarra * precio	

\* Costos considerados en el año cero del proyecto. Anualmente el costo de electricidad sube 4% / ahorro generado consumido por la Planta de Incineración.

\*\* Ahorro generado, consumido fuera de la Planta de Incineración

Elaboración propia

La Tabla N°28 presenta el análisis de costo variable de las 2 líneas operativas, resultando un total de S/.2,896.57 por día para la línea operativa N°1, y de S/.3,186.46 por día para la línea operativa N°2.

La Tabla N°29 presenta el detalle de los costos fijo de la situación actual, y de la situación con proyecto de ampliación.

**TABLA N°28 ANÁLISIS DE COSTO VARIABLE POR LÍNEA OPERATIVA**

<b>Situación actual (línea operativa N°1)</b>							
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo día	Costo unitario	Subtotal día		
Consumo eléctrico	kw/hr	60.00	24	S/. 0.42	S/.		599.64
Consumo de agua blanda	lt/día	150.00	1	S/. 0.20	S/.		30.00
Consumo de cal	Kg/hr	12.00	24	S/. 0.95	S/.		273.60
Consumo de carbón activado	Kg/hr	1.80	24	S/. 11.80	S/.		509.76
Consumo de GLP	gl/día	98.00	1	S/. 7.78	S/.		762.44
Cetamine F300 inhibidor de corrosión	Kg/día	0.50	1	S/. 31.35	S/.		15.68
Otros	kg/día	1.00	1	S/. 10.00	S/.		10.00
EPPs tipo 1	HH/día	96.00	1	S/. 1.20	S/.		115.20
EPPs tipo 2	HH/día	24.00	1	S/. 0.96	S/.		23.04
Trituración	HM/día	5.40	1	S/. 22.30	S/.		120.42
Matenimiento correctivo	HM/día	24.00	1	S/. 18.20	S/.		436.80
<b>Costo variable por día</b>						<b>S/.</b>	<b>2,896.57</b>

<b>Situación con proyecto de ampliación (línea operativa N°2)</b>							
Descripción	Unidad	Consumo	Consumo día	Costo unitario	Subtotal día		
Consumo eléctrico	kw/hr	60.00	24	S/. 0.42	S/.		561.60
Consumo de agua blanda	lt/día	1500.00	1	S/. 0.20	S/.		300.00
Consumo de cal	Kg/hr	12.00	24	S/. 0.95	S/.		273.60
Consumo de carbón activado	Kg/hr	1.80	24	S/. 11.80	S/.		509.76
Consumo de GLP	gl/día	98.00	1	S/. 7.78	S/.		762.44
Cetamine F300 inhibidor de corrosión	Kg/día	0.50	1	S/. 31.35	S/.		15.68
Lubricantes	lt/día	2.00	1	S/. 10.20	S/.		20.40
Otros	kg/día	1.00	1	S/. 12.00	S/.		12.00
EPPs tipo 1	HH/día	72.00	1	S/. 1.20	S/.		86.40
Trituración	HM/día	5.40	1	S/. 22.30	S/.		120.42
Matenimiento correctivo	HM/día	24.00	1	S/. 21.84	S/.		524.16
<b>Costo variable por día</b>						<b>S/.</b>	<b>3,186.46</b>

Elaboración propia

**TABLA N°29 ANÁLISIS DE COSTO FIJO**

<b>Situación actual</b>		
Descripción	Costo anual	
Monitoreos ambientales	S/.	18,000
Mantenimiento preventivo	S/.	24,000
Calibración de equipos	S/.	7,000
<b>Costo fijo</b>	<b>S/.</b>	<b>49,000</b>

<b>Situación con proyecto de ampliación</b>		
Descripción	Subtotal día	
Monitoreos ambientales	S/.	3,600
Mantenimiento preventivo	S/.	30,000
Calibración de equipos	S/.	5,600
<b>Costo fijo</b>	<b>S/.</b>	<b>39,200</b>

Elaboración propia

El anexo 8 presenta los cálculos realizados para determinar la depreciación anual de la situación actual y la situación con la implementación del proyecto de ampliación (utilizado para el cálculo de los gastos administrativos).

### **8.2.1. Presupuesto de ingresos de la situación actual**

Se tiene en consideración que en los presupuestos de resultados no se considera el IGV, mientras que en los presupuestos de caja sí se considera el IGV cuando aplique. Asimismo, se considera que el 30% de las ventas son cobradas al contado y el 70% a crédito a 30 días, lo cual afectará al presupuesto de caja.

Las Tablas N°30 y N°31 presentan los presupuestos de ventas y de otros beneficios (venta de chatarra) de resultados, de la situación actual.

Las Tablas N°32 y N°33 presentan los presupuestos de ventas y de otros beneficios de caja, de la situación actual.

TABLA N°30 PRESUPUESTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad (tn)	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0	1466.0
precio (S/.)	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
TOTAL	S/. 4,412,217.86	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00

Elaboración propia

TABLA N°31 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
venta chatarra (tn)	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn
precio (S/.)	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00
TOTAL	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00

Elaboración propia

TABLA N°32 PRESUPUESTO DE VENTA DE CAJA - SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad (tn)	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn	1466.0 tn
precio (S/.)	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00
TOTAL	S/. 5,535,616.00	S/. 5,206,417.07	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,565,680.81	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00

Elaboración propia

TABLA N°33 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
venta chatarra (tn)	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn
precio (S/.)	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90
TOTAL	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50

Elaboración propia

### **8.2.2. Presupuesto de ingresos de la situación con proyecto de ampliación**

Se considera que el 30% de las ventas son cobradas al contado y el 70% a crédito a 30 días, lo cual afectará al presupuesto de caja.

Las Tablas N°34 y N°35 presentan los presupuestos de ventas y de otros beneficios (venta de chatarra y generación de energía eléctrica) de resultados, de la situación con proyecto de ampliación.

Las Tablas N°36 y N°37 presentan los presupuestos de ventas y de otros beneficios de caja, de la situación con proyecto de ampliación.

TABLA N°34 PRESUPUESTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad (tn)	1739.0 tn	1884.3 tn	2041.8 tn	2195.0 tn	2350.0 tn	2507.0 tn	2666.3 tn	2828.0 tn	2948.9 tn	3097.8 tn
precio (S./)	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
TOTAL	S/. 5,564,640.32	S/. 6,029,850.24	S/. 6,533,800.86	S/. 7,024,148.09	S/. 7,520,138.96	S/. 8,022,551.42	S/. 8,532,127.04	S/. 9,049,616.49	S/. 9,436,440.49	S/. 9,913,081.20

Elaboración propia

TABLA N°35 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
otros beneficios (kwh)	422852.4 kwh	286925.4 kwh	280445.6 kwh	229155.2 kwh	177577.6 kwh	128559.6 kwh	77682.6 kwh	23983.5 kwh	.0 kwh	.0 kwh
precio (S./)	S/. 0.416	S/. 0.433	S/. 0.450	S/. 0.468	S/. 0.487	S/. 0.507	S/. 0.527	S/. 0.548	S/. 0.570	S/. 0.593
venta chatarra (tn)	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn
precio (S./)	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00	S/. 355.00
TOTAL	S/. 176,082.50	S/. 126,034.53	S/. 126,311.44	S/. 109,113.89	S/. 86,506.56	S/. 66,907.63	S/. 40,930.87	S/. 14,917.36	S/. -	S/. 1,775.00

Elaboración propia

TABLA N°36 PRESUPUESTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad (tn)	1739.0 tn	1884.3 tn	2041.8 tn	2195.0 tn	2350.0 tn	2507.0 tn	2666.3 tn	2828.0 tn	2948.9 tn	3097.8 tn
precio (S./)	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00
TOTAL	S/. 6,237,076.64	S/. 7,115,223.28	S/. 7,709,885.01	S/. 8,288,494.74	S/. 8,873,763.98	S/. 9,466,610.68	S/. 10,067,909.91	S/. 10,678,547.46	S/. 11,134,999.78	S/. 11,697,435.81

Elaboración propia

TABLA N°37 PRESUPUESTO DE OTROS BENEFICIOS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
otros beneficios(kwh)	422852.4 kwh	286925.4 kwh	280445.6 kwh	229155.2 kwh	177577.6 kwh	128559.6 kwh	77682.6 kwh	23983.5 kwh	.0 kwh	.0 kwh
precio (S./)	S/. 0.49	S/. 0.51	S/. 0.53	S/. 0.55	S/. 0.57	S/. 0.60	S/. 0.62	S/. 0.65	S/. 0.67	S/. 0.70
venta chatarra (tn)	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn	.0 tn	5.0 tn
precio (S./)	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90	S/. 418.90
TOTAL	S/. 207,777.36	S/. 148,720.75	S/. 149,047.50	S/. 128,754.39	S/. 102,077.75	S/. 78,951.00	S/. 48,298.43	S/. 17,602.49	S/. -	S/. 2,094.50

Elaboración propia

### **8.2.3. Presupuesto de egresos de la situación actual**

Se presenta los presupuestos proyectados de egresos de la situación actual y el cálculo del IGV por pagar.

Las Tablas N° 38, 39 y 40 presentan los presupuestos de costos de ventas, gastos administrativos y gastos de ventas de resultados, de la situación actual.

Las Tablas N° 41, 42 y 43 presentan los presupuestos de costos de ventas, gastos administrativos y gastos de ventas de caja, de la situación sin proyecto. La Tabla N°44 muestra el cálculo de conciliación de IGV de la situación actual.



TABLA N°38 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad tratada (tn)	1344.6 tn	1325.0 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn
costo de ventas (S/.)	S/. 876,895.13	S/. 897,980.20	S/. 883,897.04	S/. 891,663.05	S/. 899,739.71	S/. 908,139.43	S/. 916,875.14	S/. 925,960.28	S/. 935,408.83	S/. 945,235.32
cantidad tercerizada (tn)	40.0 tn	80.0 tn	120.0 tn	120.0 tn	123.0 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn
costo por tercerizar (S/.)	S/. 110,400.00	S/. 220,800.00	S/. 331,200.00	S/. 331,200.00	S/. 339,429.22	S/. 476,930.21	S/. 476,930.21	S/. 476,930.21	S/. 476,930.21	S/. 476,930.21
costos fijos	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00	S/. 49,000.00
MOD	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00
TOTAL	S/. 1,685,915.13	S/. 1,817,400.20	S/. 1,913,717.04	S/. 1,921,483.05	S/. 1,937,788.93	S/. 2,083,689.64	S/. 2,092,425.35	S/. 2,101,510.49	S/. 2,110,959.04	S/. 2,120,785.52

Elaboración propia

T TABLA N°39 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Planilla	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00
Depreciación	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68
Luz, agua, telef.	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00
Alquiler	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Seguros	S/. 6,783.02	S/. 6,229.94	S/. 5,804.86	S/. 5,251.79	S/. 4,826.71	S/. 4,273.63	S/. 3,848.55	S/. 3,295.47	S/. 2,870.39	S/. 2,317.31
Otros	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
TOTAL	S/. 757,032.70	S/. 756,479.62	S/. 756,054.55	S/. 755,501.47	S/. 755,076.39	S/. 754,523.31	S/. 754,098.23	S/. 753,545.15	S/. 753,120.07	S/. 752,567.00

Elaboración propia

TABLA N°40 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comisiones	S/. 11,030.54	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00
Representaciones	S/. 13,236.65	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60	S/. 14,073.60
Servicios de terceros	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
Publicidad	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
TOTAL	S/. 39,267.20	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60	S/. 40,801.60

Elaboración propia

**TABLA N°41 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad tratada (tn)	1344.6 tn	1325.0 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn	1293.2 tn
costo de ventas (S/.)	S/. 1,034,736.25	S/. 1,059,616.63	S/. 1,042,998.51	S/. 1,052,162.40	S/. 1,061,692.86	S/. 1,071,604.53	S/. 1,081,912.67	S/. 1,092,633.13	S/. 1,103,782.42	S/. 1,115,377.67
cantidad tercerizada(tn)	40.0 tn	80.0 tn	120.0 tn	120.0 tn	123.0 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn	172.8 tn
costo por tercerizar(S/.)	S/. 130,272.00	S/. 260,544.00	S/. 390,816.00	S/. 390,816.00	S/. 400,526.47	S/. 562,777.65	S/. 562,777.65	S/. 562,777.65	S/. 562,777.65	S/. 562,777.65
costos fijos	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00	S/. 57,820.00
MOD	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00	S/. 649,620.00
TOTAL	S/. 1,872,448.25	S/. 2,027,600.63	S/. 2,141,254.51	S/. 2,150,418.40	S/. 2,169,659.33	S/. 2,341,822.18	S/. 2,352,130.32	S/. 2,362,850.78	S/. 2,374,000.06	S/. 2,385,595.32

Elaboración propia

**TABLA N°42 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Planilla	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00
Depreciación	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68	S/. 138,269.68
Luz, agua, telef.	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00
Alquiler	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Seguros	S/. 8,003.97	S/. 7,351.33	S/. 6,849.74	S/. 6,197.11	S/. 5,695.51	S/. 5,042.88	S/. 4,541.29	S/. 3,888.66	S/. 3,387.06	S/. 2,734.43
Otros	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00
TOTAL	S/. 761,565.65	S/. 760,913.01	S/. 760,411.42	S/. 759,758.79	S/. 759,257.20	S/. 758,604.56	S/. 758,102.97	S/. 757,450.34	S/. 756,948.74	S/. 756,296.11

Elaboración propia

**TA TABLA N°43 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN ACTUAL**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comisiones	S/. 11,030.54	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00	S/. 11,728.00
Representaciones	S/. 15,619.25	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85	S/. 16,606.85
Servicios de terceros	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00
Publicidad	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00
TOTAL	S/. 44,349.80	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85

Elaboración propia

**TABLA N°44 CÁLCULO DE CONCILIACIÓN DE IGV – SITUACIÓN ACTUAL**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IGV costos operativos	S/. 186,533.12	S/. 210,200.44	S/. 227,537.47	S/. 228,935.35	S/. 231,870.41	S/. 258,132.54	S/. 259,704.96	S/. 261,340.29	S/. 263,041.03	S/. 264,809.79
IGV Administrativos	S/. 4,532.94	S/. 4,433.39	S/. 4,356.88	S/. 4,257.32	S/. 4,180.81	S/. 4,081.25	S/. 4,004.74	S/. 3,905.18	S/. 3,828.67	S/. 3,729.12
IGV gastos de ventas	S/. 5,082.60	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25	S/. 5,233.25
CRÉDITO FISCAL	S/. 196,148.66	S/. 219,867.07	S/. 237,127.59	S/. 238,425.92	S/. 241,284.46	S/. 267,447.04	S/. 268,942.95	S/. 270,478.72	S/. 272,102.95	S/. 273,772.16

Elaboración propia

#### **8.2.4. Presupuesto de egresos de la situación con proyecto de ampliación**

Se presenta los presupuestos proyectados de egresos de la situación con proyecto de ampliación y el cálculo del IGV por pagar.

Las Tablas N° 45, 46 y 47 presentan los presupuestos de costos de ventas, gastos administrativos y gastos de ventas de resultados, de la situación con proyecto de ampliación.

Las Tablas N° 48, 49 y 50 presentan los presupuestos de costos de ventas, gastos administrativos y gastos de ventas de caja, de la situación con proyecto de ampliación. La Tabla N°51 muestra el cálculo de conciliación de IGV de la situación con proyecto de ampliación.

TABLA N°45 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad tratada (tn)	1591.0 tn	1998.8 tn	2018.2 tn	2172.1 tn	2326.8 tn	2473.8 tn	2626.5 tn	2787.6 tn	2918.7 tn	2932.8 tn
costo de ventas (S/.)	S/. 959,879.28	S/. 1,177,375.26	S/. 1,187,743.56	S/. 1,269,812.99	S/. 1,352,341.88	S/. 1,430,775.35	S/. 1,512,183.38	S/. 1,584,964.55	S/. 1,679,260.62	S/. 1,690,075.27
costos fijos	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00	S/. 88,200.00
MOD	S/. 670,896.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00
TOTAL	S/. 1,718,975.28	S/. 2,190,271.26	S/. 2,200,639.56	S/. 2,282,708.99	S/. 2,365,237.88	S/. 2,443,671.35	S/. 2,525,079.38	S/. 2,597,860.55	S/. 2,692,156.62	S/. 2,702,971.27

Elaboración propia

TABLA N°46 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Planilla	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00
Depreciación	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68
Luz, agua, telef.	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00	S/. 8,400.00
Alquiler	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Seguros	S/. 15,845.24	S/. 14,858.38	S/. 13,999.52	S/. 13,012.67	S/. 12,153.81	S/. 11,166.95	S/. 10,308.09	S/. 9,321.23	S/. 8,462.37	S/. 7,475.51
Otros	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Amort. Intangible	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00
TOTAL	S/. 879,839.92	S/. 878,853.06	S/. 877,994.21	S/. 877,007.35	S/. 876,148.49	S/. 875,161.63	S/. 874,302.77	S/. 873,315.91	S/. 872,457.05	S/. 871,470.20

Elaboración propia

TABLA N°47 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE RESULTADOS – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comisiones	S/. 13,911.60	S/. 15,074.63	S/. 16,334.50	S/. 17,560.37	S/. 18,800.35	S/. 20,056.38	S/. 21,330.32	S/. 22,624.04	S/. 23,591.10	S/. 24,782.70
Representaciones	S/. 16,693.92	S/. 18,089.55	S/. 19,601.40	S/. 21,072.44	S/. 22,560.42	S/. 24,067.65	S/. 25,596.38	S/. 27,148.85	S/. 28,309.32	S/. 29,739.24
Servicios de terceros	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
Publicidad	S/. 10,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
TOTAL	S/. 50,605.52	S/. 48,164.18	S/. 50,935.90	S/. 53,632.81	S/. 56,360.76	S/. 59,124.03	S/. 61,926.70	S/. 64,772.89	S/. 66,900.42	S/. 69,521.95

Elaboración propia

**TABLA N°48 PRESUPUESTO DE COSTO DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
cantidad tratada (tn)	1591.0 tn	1998.8 tn	2018.2 tn	2172.1 tn	2326.8 tn	2473.8 tn	2626.5 tn	2787.6 tn	2918.7 tn	2932.8 tn
costo de ventas (S/.)	S/. 1,132,657.55	S/. 1,389,302.81	S/. 1,401,537.40	S/. 1,498,379.33	S/. 1,595,763.42	S/. 1,688,314.92	S/. 1,784,376.39	S/. 1,870,258.17	S/. 1,981,527.53	S/. 1,994,288.82
costos fijos	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00	S/. 104,076.00
MOD	S/. 670,896.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00	S/. 924,696.00
TOTAL	S/. 1,907,629.55	S/. 2,418,074.81	S/. 2,430,309.40	S/. 2,527,151.33	S/. 2,624,535.42	S/. 2,717,086.92	S/. 2,813,148.39	S/. 2,899,030.17	S/. 3,010,299.53	S/. 3,023,060.82

Elaboración propia

**TABLA N°49 PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Planilla	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00	S/. 581,580.00
Depreciación	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68	S/. 246,714.68
Luz, agua, telef.	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00	S/. 9,912.00
Alquiler	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00
Seguros	S/. 18,697.39	S/. 17,532.89	S/. 16,519.44	S/. 15,354.95	S/. 14,341.49	S/. 13,177.00	S/. 12,163.55	S/. 10,999.05	S/. 9,985.60	S/. 8,821.11
Otros	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00	S/. 14,160.00
Amort. Intangible	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00	S/. 3,300.00
TOTAL	S/. 888,524.07	S/. 887,359.57	S/. 886,346.12	S/. 885,181.63	S/. 884,168.17	S/. 883,003.68	S/. 881,990.23	S/. 880,825.73	S/. 879,812.28	S/. 878,647.79

Elaboración propia

**TABLA N°50 PRESUPUESTO DE GASTOS DE VENTAS DE CAJA – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comisiones	S/. 13,911.60	S/. 15,074.63	S/. 16,334.50	S/. 17,560.37	S/. 18,800.35	S/. 20,056.38	S/. 21,330.32	S/. 22,624.04	S/. 23,591.10	S/. 24,782.70
Representaciones	S/. 19,698.83	S/. 21,345.67	S/. 23,129.66	S/. 24,865.48	S/. 26,621.29	S/. 28,399.83	S/. 30,203.73	S/. 32,035.64	S/. 33,405.00	S/. 35,092.31
Servicios de terceros	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00	S/. 11,800.00
Publicidad	S/. 11,800.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00	S/. 5,900.00
TOTAL	S/. 57,210.43	S/. 54,120.30	S/. 57,164.16	S/. 60,125.85	S/. 63,121.64	S/. 66,156.21	S/. 69,234.05	S/. 72,359.68	S/. 74,696.10	S/. 77,575.01

Elaboración propia

**TABLA N°51 CÁLCULO DE CONCILIACIÓN DE IGV – SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
±V costos operativos	S/. 188,654.27	S/. 227,803.55	S/. 229,669.84	S/. 244,442.34	S/. 259,297.54	S/. 273,415.56	S/. 288,069.01	S/. 301,169.62	S/. 318,142.91	S/. 320,089.55
±V Administrativos	S/. 8,684.14	S/. 8,506.51	S/. 8,351.91	S/. 8,174.28	S/. 8,019.69	S/. 7,842.05	S/. 7,687.46	S/. 7,509.82	S/. 7,355.23	S/. 7,177.59
±V gastos de ventas	S/. 6,604.91	S/. 5,956.12	S/. 6,228.25	S/. 6,493.04	S/. 6,760.88	S/. 7,032.18	S/. 7,307.35	S/. 7,586.79	S/. 7,795.68	S/. 8,053.06
RÉDITO FISCAL	S/. 203,943.32	S/. 242,266.18	S/. 244,250.01	S/. 259,109.66	S/. 274,078.10	S/. 288,289.79	S/. 303,063.81	S/. 316,266.23	S/. 333,293.82	S/. 335,320.21

Elaboración propia

### **8.3. Estados financieros proyectados**

#### **8.3.1. Estado de Resultados de la situación actual**

Se presenta el estado de resultados proyectado con la situación actual (Tabla N°52).

La rentabilidad es positiva en los 10 años de horizonte analizado, sin embargo la rentabilidad decrece a través de los años. Esto se explica debido a que proyectando la situación actual, la capacidad de tratamiento es limitada, viéndose en la necesidad de tercerizar residuos.

El grupo accionista de la empresa en estudio (Tritón Partners), exige a sus todas sus compañías una rentabilidad del 30%, la cual ya no se estaría cumpliendo a partir del 2022 en caso de no ejecutarse el proyecto propuesto

Se considera una participación laboral del 5% anual (pago de utilidades).

**TABLA N°52 ESTADO DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	S/. 4,412,217.86	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00	S/. 4,691,200.00
Costo de ventas	S/. 4,691,200.00									
	S/. 1,685,915.13	S/. 1,817,400.20	S/. 1,913,717.04	S/. 1,921,483.05	S/. 1,937,788.93	S/. 2,083,689.64	S/. 2,092,425.35	S/. 2,101,510.49	S/. 2,110,959.04	S/. 2,110,959.04
<b>Utilidad Bruta</b>	S/. 2,726,302.73	S/. 2,873,799.80	S/. 2,777,482.96	S/. 2,769,716.95	S/. 2,753,411.07	S/. 2,607,510.36	S/. 2,598,774.65	S/. 2,589,689.51	S/. 2,580,240.96	S/. 2,570,414.48
Gastos administrativos										
Gastos de ventas	S/. 757,032.70	S/. 756,479.62	S/. 756,054.55	S/. 755,501.47	S/. 755,076.39	S/. 754,523.31	S/. 754,098.23	S/. 753,545.15	S/. 753,120.07	S/. 752,567.00
<b>Utilidad Operacional</b>	S/. 1,930,002.83	S/. 2,076,518.58	S/. 1,980,626.81	S/. 1,973,413.88	S/. 1,957,533.08	S/. 1,812,185.45	S/. 1,803,874.82	S/. 1,795,342.76	S/. 1,786,319.29	S/. 1,777,045.88
ingresos no operacionales	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00	S/. -	S/. 1,775.00
PL	S/. 96,500.14	S/. 103,914.68	S/. 99,031.34	S/. 98,759.44	S/. 97,876.65	S/. 90,698.02	S/. 90,193.74	S/. 89,855.89	S/. 89,315.96	S/. 88,941.04
<b>UAI</b>	S/. 1,833,502.68	S/. 1,974,378.90	S/. 1,881,595.47	S/. 1,876,429.43	S/. 1,859,656.43	S/. 1,723,262.43	S/. 1,713,681.08	S/. 1,707,261.87	S/. 1,697,003.32	S/. 1,689,879.84
IR										
	S/. 495,045.72	S/. 513,338.51	S/. 489,214.82	S/. 487,871.65	S/. 483,510.67	S/. 448,048.23	S/. 445,557.08	S/. 443,888.09	S/. 441,220.86	S/. 438,714.41
<b>Utilidad neta</b>	S/. 1,338,456.96	S/. 1,461,040.39	S/. 1,392,380.65	S/. 1,388,557.78	S/. 1,376,145.76	S/. 1,275,214.20	S/. 1,268,124.00	S/. 1,263,373.78	S/. 1,255,782.46	S/. 1,250,511.08
<b>Rentabilidad</b>										

Elaboración propia

### **8.3.2. Estado de Resultados de la situación con proyecto de ampliación**

Se presenta el estado de resultados proyectado de la situación con proyecto de ampliación (Tabla N°53).

Se tiene una rentabilidad positiva y creciente, debido a que no solo aumenta drásticamente la capacidad de tratamiento, sino que además se reduciría considerablemente los costos por consumo eléctrico (costos operativos), los cuales tienen la tendencia de aumentar anualmente en 4%.

De acuerdo a lo exigido por los accionistas, la ejecución del proyecto de ampliación estaría mejorando la rentabilidad del servicio, llevándola a más del 40% anual.

Se considera una participación laboral del 5% anual (pago de utilidades).



TABLA N°53 ESTADO DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	S/. 5,564,640.32	S/. 6,029,850.24	S/. 6,533,800.86	S/. 7,024,148.09	S/. 7,520,138.96	S/. 8,022,551.42	S/. 8,532,127.04	S/. 9,049,616.49	S/. 9,436,440.49	S/.
Costo de ventas	S/. 9,913,081.20	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
<b>Utilidad Bruta</b>	S/. 3,845,665.04	S/. 3,839,578.98	S/. 4,333,161.30	S/. 4,741,439.10	S/. 5,154,901.09	S/. 5,578,880.07	S/. 6,007,047.66	S/. 6,451,755.94	S/. 6,744,283.87	S/.
Gastos administrativos	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Gastos de ventas	S/. 879,839.92	S/. 878,853.06	S/. 877,994.21	S/. 877,007.35	S/. 876,148.49	S/. 875,161.63	S/. 874,302.77	S/. 873,315.91	S/. 872,457.05	S/. 871,470.20
	S/. 50,605.52	S/. 48,164.18	S/. 50,935.90	S/. 53,632.81	S/. 56,360.76	S/. 59,124.03	S/. 61,926.70	S/. 64,772.89	S/. 66,900.42	S/. 69,521.95
<b>Utilidad Operacional</b>	S/. 2,915,219.59	S/. 2,912,561.74	S/. 3,404,231.19	S/. 3,810,798.94	S/. 4,222,391.83	S/. 4,644,594.40	S/. 5,070,818.19	S/. 5,513,667.14	S/. 5,804,926.39	S/.
ingresos no operacionales intereses	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
PL	S/. 176,082.50	S/. 126,034.53	S/. 126,311.44	S/. 109,113.89	S/. 86,506.56	S/. 66,907.63	S/. 40,930.87	S/. 14,917.36	S/.	S/. 1,775.00
	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
	S/. 154,565.10	S/. 151,929.81	S/. 176,527.13	S/. 195,995.64	S/. 215,444.92	S/. 235,575.10	S/. 255,587.45	S/. 276,429.22	S/. 290,246.32	S/. 313,544.64
<b>UAI</b>	S/. 2,936,736.99	S/. 2,886,666.45	S/. 3,354,015.50	S/. 3,723,917.19	S/. 4,093,453.48	S/. 4,475,926.93	S/. 4,856,161.61	S/. 5,252,155.27	S/. 5,514,680.07	S/.
IR	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
	S/. 792,918.99	S/. 750,533.28	S/. 872,044.03	S/. 968,218.47	S/. 1,064,297.90	S/. 1,163,741.00	S/. 1,262,602.02	S/. 1,365,560.37	S/. 1,433,816.82	S/.
<b>Utilidad neta</b>	S/. 2,143,818.00	S/. 2,136,133.18	S/. 2,481,971.47	S/. 2,755,698.72	S/. 3,029,155.57	S/. 3,312,185.93	S/. 3,593,559.59	S/. 3,886,594.90	S/. 4,080,863.25	S/.
<b>Rentabilidad</b>	4,408,437.63									

Elaboración propia

### **8.3.3. Flujo de caja económico de la situación actual**

En la Tabla N°54 se muestra el flujo de caja económico proyectado con la situación actual.

No se considera liquidación de activos debido a que la empresa seguiría en funcionamiento pasado el horizonte de estudio de 10 años.

TABLA N°54 FLUJO DE CAJA DE LA SITUACIÓN ACTUAL

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ingreso de ventas Otros	S/. 5,535,616.00	S/. 5,206,417.07	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,565,680.81	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/. 5,535,616.00	S/.
ingresos Crédito	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50	S/. -	S/. 2,094.50
fiscal	S/. 196,148.66	S/. 219,867.07	S/. 237,127.59	S/. 238,425.92	S/. 241,284.46	S/. 267,447.04	S/. 268,942.95	S/. 270,478.72	S/. 272,102.95	S/.
<b>Total ingresos</b>	S/. 5,731,764.66	S/. 5,428,378.64	S/. 5,772,743.59	S/. 5,776,136.42	S/. 5,806,965.28	S/. 5,805,157.54	S/. 5,804,558.95	S/. 5,808,189.22	S/. 5,807,718.95	S/.
Costos de ventas	S/. 1,872,448.25	S/. 2,027,600.63	S/. 2,141,254.51	S/. 2,150,418.40	S/. 2,169,659.33	S/. 2,341,822.18	S/. 2,352,130.32	S/. 2,362,850.78	S/. 2,374,000.06	S/.
Gastos administrativos	S/. 761,565.65	S/. 760,913.01	S/. 760,411.42	S/. 759,758.79	S/. 759,257.20	S/. 758,604.56	S/. 758,102.97	S/. 757,450.34	S/. 756,948.74	S/.
Gastos de ventas	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
PL	S/. 44,349.80	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/. 46,034.85	S/.
IR	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
<b>Total egresos</b>	S/. 3,269,909.56	S/. 3,451,801.69	S/. 3,535,946.94	S/. 3,542,843.14	S/. 3,556,338.70	S/. 3,685,207.84	S/. 3,692,018.95	S/. 3,700,079.94	S/. 3,707,520.48	S/.
<b>FCE</b>	S/. 2,461,855.10	S/. 1,976,576.96	S/. 2,236,796.65	S/. 2,233,293.28	S/. 2,250,626.57	S/. 2,119,949.70	S/. 2,112,540.00	S/. 2,108,109.28	S/. 2,100,198.46	S/.

Elaboración propia

#### **8.3.4. Flujo de caja económico de la situación con proyecto de ampliación**

La Tabla N°55 muestra el flujo de caja proyectado de la situación con proyecto de ampliación, que incluye los activos intangibles en el año 0 (gastos pre-operativos) por un monto total de S/.33,000.00 que son prorrateados en 10 años (horizonte del proyecto), y los activos fijos por un monto de S/.2,801,320.00, haciendo un total de S/. 2,834,320.00.

El flujo de caja económico (FCE) de la situación con el proyecto de ampliación incluye las entradas y salidas de efectivo considerando que el proyecto se financia por el grupo corporativo alemán accionista de la empresa (Grupo Triton Partners), ya que anualmente, Befesa Perú, así como las sucursales en otros países, solicitan y tienen disponibilidad de presupuesto exclusivamente destinado a proyectos de inversión, los cuales deben ser debidamente sustentados.

En lo que respecta a la valorización de la generación energética producida con el sistema implementado, los años en que se regenera más energía de lo utilizado en la planta de tratamiento térmico, se considera esa diferencia como “otros beneficios”. Ese beneficio adicional (energía generada) sería utilizado para abastecer la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada a 150 metros de la planta de tratamiento térmico.

La Tabla N°56 presenta el diferencial del flujo de caja económico entre la situación con proyecto de ampliación y la situación actual, datos con los que se realizarán cálculos futuros.

No se considera liquidación de activos debido a que la empresa seguirá en funcionamiento pasado el horizonte de estudio de 10 años.

TABLA N°55 FLUJO DE CAJA DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ingreso de ventas Otros	S/. 6,237,076.64	S/. 7,115,223.28	S/. 7,709,885.01	S/. 8,288,494.74	S/. 8,873,763.98	S/. 9,466,610.68	S/. 10,067,909.91	S/. 10,678,547.46	S/. 11,134,999.78	S/.	
ingresos Crédito fiscal	S/. 11,697,435.81	S/. 148,720.75	S/. 149,047.50	S/. 128,754.39	S/. 102,077.75	S/. 78,951.00	S/. 48,298.43	S/. 17,602.49	S/.	-	S/. 2,094.50
	S/. 207,777.36	S/. 242,266.18	S/. 244,250.01	S/. 259,109.66	S/. 274,078.10	S/. 288,289.79	S/. 303,063.81	S/. 316,266.23	S/. 333,293.82	S/.	335,320.21
<b>Total ingresos</b>	S/. 203,943.32	S/. 6,648,797.32	S/. 7,506,210.20	S/. 8,103,182.52	S/. 8,676,358.79	S/. 9,249,919.82	S/. 9,833,851.47	S/. 10,419,272.15	S/. 11,012,416.18	S/. 11,468,293.60	S/.
Inversión	S/.	12,034,850.52									
Costos de ventas	S/. 2,834,320.00	S/.									
Gastos administrativos	S/.	1,907,629.55	S/. 2,418,074.81	S/. 2,430,309.40	S/. 2,527,151.33	S/. 2,624,535.42	S/. 2,717,086.92	S/. 2,813,148.39	S/. 2,899,030.17	S/. 3,010,299.53	S/.
Gastos de ventas	S/.	3,023,060.82									
Intereses	S/.	888,524.07	S/. 887,359.57	S/. 886,346.12	S/. 885,181.63	S/. 884,168.17	S/. 883,003.68	S/. 881,990.23	S/. 880,825.73	S/. 879,812.28	S/.
PL	S/.	57,210.43	S/. 54,120.30	S/. 57,164.16	S/. 60,125.85	S/. 63,121.64	S/. 66,156.21	S/. 69,234.05	S/. 72,359.68	S/. 74,696.10	S/.
IR	S/.										
	S/.	154,565.10	S/. 151,929.81	S/. 176,527.13	S/. 195,995.64	S/. 215,444.92	S/. 235,575.10	S/. 255,587.45	S/. 276,429.22	S/. 290,246.32	S/.
<b>Total egresos</b>	S/.	2,834,320.00	S/. 3,873,493.74	S/. 4,362,291.45	S/. 4,538,898.74	S/. 4,766,030.04	S/. 4,993,761.70	S/. 5,221,042.48	S/. 5,451,249.85	S/. 5,676,648.47	S/.
	S/.	6,048,678.24									
<b>FCE</b>	S/.	-2,834,320.00	S/.	2,775,303.58	S/. 3,143,918.76	S/. 3,564,283.77	S/. 3,910,328.75	S/. 4,256,158.12	S/. 4,612,808.99	S/. 4,968,022.30	S/.
	S/.	5,335,767.71	S/.	5,587,859.97	S/.	5,986,172.28					

Elaboración propia

TABLA N°56 DIFERENCIAL DE FLUJO DE CAJA ECONÓMICO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
FCE situación con Proyecto	S/.	-2,834,320.00	S/.	2,775,303.58	S/. 3,143,918.76	S/. 3,564,283.77	S/. 3,910,328.75	S/. 4,256,158.12	S/. 4,612,808.99	S/. 4,968,022.30	S/.
FCE situación actual		S/.	2,461,855.10	S/.	1,976,576.96	S/. 2,236,796.65	S/. 2,233,293.28	S/. 2,250,626.57	S/. 2,119,949.70	S/. 2,112,540.00	S/.
			S/.	2,108,109.28	S/.	2,100,198.46	S/.	2,095,246.58			
<b>Diferencial Flujo de Caja Económico</b>	S/.	-2,834,320.00	S/.	313,448.48	S/.	1,167,341.80	S/. 1,327,487.12	S/. 1,677,035.47	S/. 2,005,531.55	S/. 2,492,859.30	S/.
				S/.	2,855,482.30	S/.	3,227,658.42	S/.	3,487,661.51	S/.	3,890,925.70

Elaboración propia

## CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este capítulo busca realizar la evaluación económica que representa el Proyecto, y conocer la viabilidad de la ejecución de este Proyecto.

### 9.1. Indicadores de rentabilidad

Antes de realizar la evaluación económica, se brindará el cálculo del Costo de Capital.

Para determinar el costo de oportunidad el accionista (COK) se analiza la información sobre las expectativas de ganancia del inversionista (grupo de accionistas). En este caso, se cuenta con la información proporcionada por la empresa en estudio (ver Tabla N°57).

TABLA N°57 CÁLCULO DEL COSTO DEL CAPITAL

Cálculo del Costo de Capital		
A	Tasa Bono Tesoro Americano	4.59%
B	Dif. Tasa B. T.A con Bonos Brady (Perú)	6.26%
C	Tasa Beta ( 1.3 ) x Tasa Riesgo Mercado (Rta var - Rta Fija) (4.0 )	5.20%
<b>Costo de Capital (COK)</b>		<b>16.05%</b>

Fuente: Befesa Perú s.a.

### 9.1.1. El Valor Neto Actual y la Tasa Interna de Retorno

El análisis económico se realiza utilizando el diferencial del Flujo de Caja Económico, y el Costo de Capital (COK).

La Tabla N°58 muestra el análisis económico del Proyecto (calculado en base al diferencial del Flujo de Caja Económico de la situación con proyecto y de la situación sin proyecto). Se puede apreciar el VANE de S/. 5,830,072.84 y el TIRE de 44%. Asimismo, se observa que la Tasa Interna de Rendimiento del proyecto es mucho mayor al 16.05% del costo de oportunidad.

Como dato adicional se brinda el Coeficiente Beneficio-Costo, calculado de dividir el valor actual de los ingresos totales entre el valor actual de los egresos del Proyecto; el cual tiene un valor de 3.51, que quiere decir que el valor bruto de los beneficios del proyecto son superiores a los costos del mismo y podemos concluir que el proyecto es viable.

Se puede concluir que el Proyecto es económicamente viable. La alta tasa interna de retorno del proyecto se explica debido a que en este tipo de negocios la inversión es fuerte solo en los primeros años con un bajo costo de mantenimiento en comparación a la inversión inicial, y en este caso la planta opera desde el 2008. Otro factor importante es la imagen de la empresa y la lealtad de los clientes, que en este caso es muy alta debido al gran prestigio que tiene la empresa en estudio en su rubro, por ser los pioneros y brindar un servicio integral.

TABLA N°58 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

VANE del Proyecto	S/. 5,830,072.84
TIRE del Proyecto	44%
Coeficiente Beneficio Costo	3.51

Elaboración propia

### 9.1.2. Periodo de recuperación del Capital

El periodo de recuperación del capital es un indicador que muestra el tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial, es decir que los beneficios netos del proyecto sean iguales al costo de inversión. Esto ocurre cuando el VAN es igual a cero.

La Tabla N°59 muestra que el tiempo de recuperación del capital es de 3.9 años.

TABLA N°59 PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL DEL PROYECTO

Periodo de recuperación	3.9 años
-------------------------	----------

Elaboración propia

## 9.2. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad busca analizar el comportamiento de los indicadores como respuesta a cambios en algunas variables del proyecto. Es por ello, que la simulación de la sensibilidad del proyecto se realizará a partir de la desviación de tres variables críticas: precio, demanda, costo de ventas.

Como se observará a continuación, no es suficiente realizar el análisis del riesgo individual del proyecto en este caso (análisis de sensibilidad), sino también del riesgo interno de la empresa, es decir, evaluar la variabilidad en las utilidades de la empresa causadas por el cambio en alguna variable.

### 9.2.1. Precio del servicio

Se Plantean escenarios pesimistas para esta variable, generando la disminución del precio de venta por efectos del incremento de la oferta, en caso que fuera más aguda que lo estimado.



La Tabla N°60 muestra cómo varía el análisis económico del proyecto en caso que el precio de venta del servicio disminuya en 5%, 10% y 20%. Efectivamente, se aprecia que a disminución del precio de venta, disminuye la rentabilidad.

TABLA N°60 RESULTADOS DEL PROYECTO POR DISMINUCIÓN DEL PRECIO DE VENTA

Descripción	Situación esperada	Dismuye 5%	Dismuye 10%	Dismuye 20%
VANE	S/. 5,830,072.84	S/. 5,363,029.11	S/. 4,895,985.38	S/. 3,961,897.93
TIRE	44%	42%	41%	37%

Elaboración propia

Los resultados reflejan que a pesar que el precio de venta disminuya en 20%, el proyecto continúa siendo rentable. Además, la tabla N°61, demuestra la evolución de la rentabilidad durante el horizonte analizado.

TABLA N°61 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE PRECIO DE VENTA

	Rentabilidad										
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Situación esperada	40%	38%	41%	41%	42%	43%	44%	44%	45%	46%	42%
Dismuye 5%	39%	36%	39%	40%	41%	42%	42%	43%	44%	45%	41%
Dismuye 10%	37%	34%	37%	38%	39%	40%	41%	41%	42%	44%	39%
Dismuye 20%	33%	30%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%	36%

Elaboración propia

En conclusión, el proyecto sigue siendo viable incluso si el precio del servicio disminuya, por lo que una futura posibilidad de reducir los precios de venta no perjudicaría negativamente al proyecto y permitiría captar más clientes.

### 9.2.2. Demanda

Las proyecciones del proyecto no han considerado una potencial disminución de la demanda respecto a lo proyectado; por ello, es importante evaluar este efecto. Como se muestra en la Tabla N°62, se simula una disminución sobre la demanda proyectada de 5%, 10% y 20%. Es así que el proyecto deja de ser rentable cuando la disminución de la demanda es 20%.

La Tabla N°63 muestra cómo evoluciona la rentabilidad de la situación con Proyecto (diferencial de flujos de caja) con respecto a la disminución de la demanda. En esta tabla se aprecia que efectivamente la rentabilidad disminuye a en respuesta a la disminución de la demanda, sin embargo, el impacto no es considerable, ya que el aumento de la eficiencia de operación (aprovechar el calor generado para la generación de energía eléctrica) tiene un alto impacto positivo en la reducción de costos.

TABLA N°62 RESULTADOS DEL PROYECTO POR DISMINUCIÓN DE LA  
DEMANDA

Descripción	Situación esperada	Dismuye 5%	Dismuye 10%	Dismuye 20%
VANE	S/. 5,830,072.84	S/. 4,609,636.09	S/. 3,396,401.23	S/. 891,445.99
TIRE	44%	38%	32%	20%

Elaboración propia

TABLA N°63 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON  
PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE DEMANDA

Descripción	Rentabilidad										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Situación esperada	39%	35%	38%	39%	40%	41%	42%	43%	43%	44%	41%
Dismuye 5%	37%	35%	37%	38%	40%	41%	41%	43%	43%	43%	40%
Dismuye 10%	35%	34%	36%	37%	39%	40%	41%	42%	42%	43%	39%
Dismuye 20%	32%	31%	33%	35%	37%	38%	39%	41%	41%	42%	37%

Elaboración propia

### 9.2.3. Costos de venta

Se Plantean escenarios pesimistas para esta variable, generando el incremento de los costos de venta de 5%, 10% y 20%.

La Tabla N°64 muestra los resultados de la evaluación económica del Proyecto, y la Tabla N°65 muestra la evolución de la rentabilidad de la situación con Proyecto a través de los 10 años de horizonte al aumentar los costos totales.

Estos resultados reflejan que a pesar que los costos totales aumenten en un 20%, sigue habiendo una rentabilidad de más del 30%.

TABLA N°64 RESULTADOS DEL PROYECTO POR INCREMENTO DE COSTOS  
TOTALES

Descripción	Situación esperada	Aumente 5%	Aumente 10%	Aumente 20%
VANE	S/. 5,830,072.84	S/. 5,407,264.29	S/. 4,984,455.74	S/. 4,138,838.64
TIRE	44%	42%	40%	36%

Elaboración propia

TABLA N°65 EVOLUCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA SITUACIÓN CON  
PROYECTO CON RESPECTO A LA VARIABLE COSTOS TOTALES

Descripción	Rentabilidad										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Situación esperada	39%	35%	38%	39%	40%	41%	42%	43%	43%	44%	41%
Aumente 5%	37%	34%	37%	38%	39%	40%	41%	42%	42%	43%	39%
Aumente 10%	36%	33%	35%	37%	38%	39%	40%	41%	41%	42%	38%
Aumente 20%	34%	30%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	38%	40%	35%

Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- 1) El comportamiento del mercado muestra que existe una demanda insatisfecha creciente de aproximadamente 25 mil toneladas en 2015, empujada por el crecimiento poblacional, industrial y la mejora de la conciencia del impacto ambiental sobre las actividades industriales, generando atractivas posibilidades para empresas que brinden servicios de incineración de residuos, las cuales se encuentran actualmente centralizadas en Lima.
- 2) La evaluación del proyecto en un horizonte de 10 años demuestra que este es viable económicamente, obteniéndose un VAN económico positivo de S/. 5,830,072.84, además se tiene una Tasa Interna de Retorno Económico de 44% mayor al COK, de 16.05%
- 3) El Proyecto, con las proyecciones esperadas, permitiría el aumento de la rentabilidad anual generada por el servicio de incineración, llevando la rentabilidad de 30% a 39% en el año 1, y de 27% a 44% en el año.
- 4) Considerándose un crecimiento anual de 4% en el costo de electricidad, la ejecución del proyecto presentaría ahorros anuales por consumo eléctrico de entre S/.396,917.00 en el año 1 de evaluación y S/. 564,937.00 en el año 10 de evaluación, a lo largo del horizonte del proyecto, lo que representa aproximadamente el 20% de los costos de ventas.

- 5) La mejora en procesos a través del reaprovechamiento energético genera un impacto económico positivo sustentable, que no solo permite una reducción de costos, sino que además deja abierta la posibilidad de reducir los costos de ventas del servicio y captar potenciales clientes.
- 6) El análisis de sensibilidad evalúa tanto el riesgo individual del Proyecto, como el Riesgo interno de la empresa en estudio. El resultado del análisis realizado refleja que incluso variaciones en el precio de venta del servicio, la demanda y costos de ventas, sigue siendo económicamente viable, y la tasa interna de retorno del proyecto se mantiene superior al costo de oportunidad.
- 7) La valorización energética mediante tecnologías probadas planteada en el proyecto, es ecológica sostenible debido a que es energéticamente eficiente y no generaría emisiones perjudiciales para la salud y el ambiente. Además, convierte a la empresa en una compañía de vigilancia tecnológica en el Perú.
- 8) Estar a la vanguardia tecnológica que permita la mejora de procesos, disminución del impacto ambiental y a la salud, y reducción de costos, por medio de la adquisición de equipos más eficientes y en cumplimiento de la legislación vigente, fomenta el desarrollo sostenible del país, ya que mantiene un equilibrio en los aspectos económicos, ecológicos, sociales y políticos.
- 9) La incineración de residuos permite disminuir drásticamente el peso y volumen de los mismos, llevándolos entre el 3% y 5% de su volumen inicial.
- 10) Contribuir a proteger la salud de las personas y mejorar la calidad ambiental a nivel nacional mediante la adecuada gestión de residuos.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Aprovechar que el sector de gestión de residuos se encuentra en desarrollo y que el desarrollo de la legislación medioambiental en el Perú favorece a la demanda de los servicios de gestión y disposición final ofrecidos por la empresa en estudio.
- 2) Impulsar el potencial del servicio de incineración con los clientes existentes y los nuevos clientes, como solución ambiental y amigable, además de permitir disminuir volúmenes de residuos no reciclables y tener la certeza de que sus productos quedarán destruidos por completo, sin significar un impacto en la salud poblacional.
- 3) Impulsar y mejorar el potencial del servicio de incineración como solución ambiental amigable.
- 4) Diversificar la oferta nacional de servicios especializados en gestión de residuos sólidos.
- 5) Mayor difusión de la legislación sobre gestión de residuos sólidos por parte de las entidades pertinentes.
- 6) Mayor severidad en las sanciones por incumplimiento de la legislación.
- 7) Estímulo fiscal, económico y/o financiero por parte del Estado.
- 8) Promover la ampliación e implementación de sistemas de minimización, reutilización y reciclaje de residuos sólidos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Andía Valencia , W. (2012) Proyectos de inversión: Guía para su formulación y evaluación estratégica. 3ra Ed., Edit. El Saber, Lima, Perú.
- 2) Arvizu Fernandez, J.L. (2010), La basura como recurso energético. Recuperado el 19 de Julio de 2016, desde: (<http://www.ineel.mx/boletin012011/inves.pdf>)
- 3) Baca Urbina, G. (1990) Evaluación de Proyectos. 4ta Ed., Edit. Mc Graw Hill, México.
- 4) Banco mundial. Indicadores por país. Recuperado el 2 de Agosto de 2016, desde: <http://datos.bancomundial.org/pais/peru>
- 5) Befesa Perú s.a. (2008). Estudio de Impacto Ambiental: Sistema de Incineración de residuos Peligrosos. Lima.
- 6) De Jaime Eslava, J. (2003) Análisis económico-financiero de las decisiones de gestión. 1ra Ed. Edit. Esic Editorial, Madrid.
- 7) Decreto supremo N° 016-2012-AG “Reglamentode Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario”. Diario El Peruano, Lima, Perú, 14 de Noviembre de 2012.

- 8) Gobierno de España, Ministerio del Medio Ambiente y medio Rural y Marino (2002).  
Mejores técnicas disponibles referencia europea para incineración de residuos. Madrid,  
recuperado el 20 de Setiembre de 2015, desde: <http://www.prtr-es.es/data/images/BREF-Incineraci%C3%B3n-de-Residuos-Borrador-castellano.pdf>
- 9) Gutierrez, J., M. Evaluación empresarial. Recuperado el 2 de Agosto de 2016, desde:  
<https://proyectosinversion.files.wordpress.com/2009/06/estudio-de-evaluacion1.pdf>
- 10) Jaramillo, R. (2015). Emisiones y eficiencia de combustión. Charla de capacitación a  
befesa Perú s.a. (pp.1-39). Lima.
- 11) Lira Briceño, P. (2013). Estado de Resultados. Recuperado el 18 de Octubre de 2015,  
desde: <http://blogs.gestion.pe/deregresoalobasico/2013/02/el-estado-de-resultados.html>
- 12) Norma Técnica de Salud NTS N° 096-MINSA/DIGESA "Gestión y Manejo de Residuos  
Sólidos de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo. Diario El Peruano,  
Lima, Perú, 06 de Julio de 2012.
- 13) Palomino, S. (2009). Valorizaición energética de residuos. Sevilla, recuperado el 12 de  
Agosto de 2015, desde:  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45969/componente45967.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45969/componente45967.pdf)



- 14) Prieto, I. (2006). Ciclos combinados. Gijón, recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
[http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/1012/mod\\_resource/content/1/1C\\_C12757\\_0910/04\\_GT14\\_Centrales\\_termicas\\_de\\_ciclo\\_combinado.pdf](http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/1012/mod_resource/content/1/1C_C12757_0910/04_GT14_Centrales_termicas_de_ciclo_combinado.pdf)
- 15) República Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2010). Valorización energética de RSU: Estudio de Prefactibilidad Situación Nacional e Internacional Propuesta para el Desarrollo Local. Buenos Aires, recuperado el 6 de Agosto de 2015, desde: <http://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/pdf/AnalisisRSUenergia.pdf>
- 16) República de Colombia, Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008). Resolución número 909. Recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
<http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/f0-Resoluci%C3%B3n%20909%20de%202008%20%20-%20Normas%20y%20estandares%20de%20emisi%C3%B3n%20Fuentes%20fijas.pdf>
- 17) República del Perú, Instituto Nacional de estadística e informática (2014). Anuario de estadísticas Ambientales 2015. Lima, recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1197/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1197/index.html)
- 18) República del Perú, Instituto Nacional de estadística e informática (2015). Anuario de estadísticas Ambientales 2015. Lima, recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1342/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/)

- 19) República del Perú, Instituto Nacional de estadística e informática (2015). Anuario de estadísticas Ambientales 2015. Lima, recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1342/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/)
- 20) República del Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015). Producto Bruto interno por Departamento 2007 – 2014. Recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1352/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1352/index.html)
- 21) República del Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). Compendio estadístico Perú 2015. Lima, recuperado el 9 de Enero de 2017, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/cap12/cap12.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/cap12.pdf)
- 22) República del Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). Panorama internacional. Recuperado el 2 de Agosto de 2016, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1375/cap26/ind26.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1375/cap26/ind26.htm)
- 23) República del Perú, Ministerio de Agricultura y Riego, Sistema integrada de estadística Agraria (2016). Anuario estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015. Lima, recuperado el 9 de Enero de 2017, desde:

[http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera2015.pdf](http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf)

24) República del Perú, Ministerio de Economía y Finanzas (2016). Marco macroeconómico multianual 2017-2019. Diario El Peruano, Lima, recuperado el 2 de Agosto de 2016, desde:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/marco\\_macro/MMM\\_2017\\_2019.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/MMM_2017_2019.pdf)

25) República del Perú, Ministerio de la Prooducción (2013). Las Mipymes en cifras 2013. Lima, Recuperado el 9 de Enero de 2017, desde:  
[http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi7f308c9e5f8468f9c\\_63.pdf](http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi7f308c9e5f8468f9c_63.pdf)

26) República del Perú, Ministerio de la Prooducción (2015). Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2015. Lima, Recuperado el 9 de Enero de 2017, desde:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1253/cap12/cap12.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/cap12.pdf)

27) República del Perú, arMinisterio de Salud, DIGESA (2006). Manual de difusión técnica N°1: Gestión de residuos peligrosos en el Perú. Lima, recuperado el 27 de Setiembre de 2015, desde:  
<http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/MANUAL%20TECNICO%20RESIDUOS.pdf>

- 28) República del Perú, Ministerio de Salud, DIGESA (2010). Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo 2010-2012. Lima, recuperado el 18 de Octubre de 2015, desde: [http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/Plan%20Nacional\\_DEPA.pdf](http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/Plan%20Nacional_DEPA.pdf)
- 29) República del Perú, Ministerio del Ambiente (2013). Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012. Lima, recuperado el 18 de Octubre de 2015, desde: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20140423145035.pdf>
- 30) República del Perú, Ministerio del Ambiente (2014). Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013. Lima, recuperado el 19 de Julio de 2016, desde: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>
- 31) The European Pliament and the Council of the European Union (24 de Noviembre de 2010). Directive 2010/75/eu of the european parliament and of the council. Official Journal of the European Union. Recuperado el 12 de Agosto de 2015, desde: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>

## **ANEXO 1: Glosario**

- DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria es el órgano técnico normativo que constituye la Autoridad Nacional en Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria, responsable en el aspecto técnico, normativo, vigilancia, supervigilancia y fiscalización en materia de salud ambiental, los factores de riesgos físicos, químicos y biológicos externos a la persona, así como de otorgar, reconocer derechos, certificaciones, emitir opiniones técnicas, autorizaciones, permisos y registros en el marco de sus competencias, ejerce las funciones de autoridad nacional de salud ambiental e inocuidad alimentaria. Constituye la última instancia administrativa en materia de su competencia. En tal sentido, propone y hace cumplir la política nacional de salud ambiental, a fin de controlar los agentes contaminantes y mejorar las condiciones ambientales para la protección de la salud de las personas

- Gestión de residuos: Toda actividad técnica administrativa, de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos en EESS y SMA del ámbito nacional, regional y local.

- Manejo de residuos sólidos: Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

- Residuos hospitalarios: son aquellos residuos generados producto de los procesos y actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como hospitales,

clínicas, laboratorios clínicos, industrias farmacéuticas, entre otros afines. Se clasifican en: residuos biocontaminados, residuos especiales, y residuos comunes.

- Residuos sólidos: Los residuos sólidos son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador.

- Residuos incinerables: son materiales que contienen algún compuesto orgánico.

- Generador: aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos.

- ISO : La Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization) es una organización para la creación de estándares internacionales compuesto por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

- OHSAS : Occupational Health and Safety Assessment Series. Establece los requisitos mínimos de las mejores prácticas en gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- EPS-RS : Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos. Persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.

- EC-RS : Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos

- MINAM: Ministerio del Ambiente. Encargado de promover la adecuada gestión de residuos sólidos, conforme al Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245) y la aprobación de políticas, planes y programas de gestión integral de residuos sólidos. MINSA

- MINSA: Ministerio de Salud

	VARIABLES INDEPENDIENTES						
	AÑO	PBI <sup>(1)</sup> (millones de soles)	POBLACIÓN <sup>(2)</sup> (millones de soles)	SUPERFICIE COSECHADA <sup>(3)</sup> (miles de hectáreas)	FORMALIZACIÓN <sup>(4)</sup> (miles de empresas formales)	LEY SECTOR SALUD <sup>(5)</sup> (% periodo de vigencia)	LEY SECTOR AGRICULTURA <sup>(6)</sup> (% periodo de vigencia)
DATA HISTÓRICA	2009	364,423	29.132013	3,129	1,132.244	0%	0%
	2010	418,145	29.461933	3,114	1,202.053	0%	0%
	2011	464,833	29.797694	3,465	1,292.124	0%	0%
	2012	498,512	30.135875	4,055	1,348.611	48%	13%
	2013	534,701	30.475144	4,125	1,521.312	100%	100%
	2014	576,380	30.814175	4,071	1,601.459	100%	100%
	2015	612,924	31.151643	4,193	1,692.628	100%	100%
	2016	636,215	31.488625	4,449	1,774.137	100%	100%
	2017	665,481	31.826018	4,622	1,867.107	100%	100%
PROYECCIÓN	2018	692,100	32.162184	4,795	1,960.077	100%	100%
	2019	719,784	32.495510	4,969	2,053.047	100%	100%
	2020	770,069	32.824358	5,142	2,146.017	100%	100%
	2021	804,683	33.149016	5,315	2,238.987	100%	100%
	2022	839,296	33.470569	5,488	2,331.957	100%	100%
	2023	873,910	33.788589	5,661	2,424.927	100%	100%
	2024	908,523	34.102668	5,834	2,517.897	100%	100%
	2025	943,137	34.412393	6,007	2,610.867	100%	100%
	2026	977,750	34.794007	6,180	2,703.837	100%	100%
	2027	1,012,363	35.126206	6,353	2,796.807	100%	100%

**Nota.**

<sup>(1)</sup> Data histórica del MEF. Proyección 2017 - 2019 del MEF. Proyección 2020 - 2027 a tasa de 3.5% anual según proyección conservadora del MEF.

<sup>(2)</sup> Data histórica y proyectada por INEI.

<sup>(3)</sup> y <sup>(4)</sup> Data histórica del MINAG. Proyección con método de regresión lineal.

<sup>(5)</sup> Promulgación de Norma Técnica de Salud "Gestión y Manejo de Residuos Sólidos de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo", el 6 de julio de 2012. Se ha considerado el porcentaje de tiempo de vigencia por año.

<sup>(6)</sup> Promulgación de" Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario", el 14 de Noviembre de 2012.

### ANEXO 3: Proyección de la oferta

Minitab - Sin título													
Archivo Editar Datos Calc Estadísticas Gráfica Editor Herramientas Ventana Ayuda Asistente													
Hoja de trabajo 1 ***													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
	Salud	Agricultura	Otros	PBI	Población	Superficie cosechada	Formalización	ley salud	ley agricultura	año	incineragas	PBI 2	AÑO 2
1	79	117	216	364423	29.132013	3129.20	1132.244	0.00	0.00	1	877	464833	3
2	155	189	217	418145	29.461933	3114.00	1202.053	0.00	0.00	2	1334	498512	4
3	251	266	218	464833	29.797694	3465.25	1292.124	0.00	0.00	3	1759	534701	5
4	333	383	218	498512	30.135875	4055.00	1348.611	0.48	0.13	4	1915	576380	6
5	413	385	219	534701	30.475144	4124.80	1521.312	1.00	1.00	5	2103	612924	7
6	499	397	219	576380	30.814175	4071.10	1601.459	1.00	1.00	6			
7	598	461	221	612924	31.151643	4193.20	1692.628	1.00	1.00	7			

Sesión					
Análisis de regresión: salud vs. pbi, poblacion, ley salud					
La ecuación de regresión es					
salud = - 9665 - 0.000567 pbi + 342 poblacion - 29.3 ley salud					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constante	-9665	1252	-7.72	0.005	
pbi	-0.0005667	0.0003527	-1.61	0.207	
poblacion	341.53	47.42	7.20	0.006	
ley salud	-29.33	12.21	-2.40	0.096	
S = 4.50065 R-cuad. = 100.0% R-cuad. (ajustado) = 99.9%					
Análisis de varianza					
Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	3	207043	69014	3407.13	0.000
Error residual	3	61	20		
Total	6	207104			
Fuente	GL	SC	Sec.		
pbi	1	205717			
poblacion	1	1210			
ley salud	1	117			



### Análisis de regresión: Agricultura vs. PBI, Superficie cosechada, ...

La ecuación de regresión es

$$\text{Agricultura} = -293 + 0.00144 \text{ PBI} + 0.127 \text{ Superficie cosechada} \\ - 0.46 \text{ Formalización} - 5 \text{ ley agricultura} + 17 \text{ año}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-293	1469	-0.20	0.875
PBI	0.001440	0.001640	0.88	0.541
Superficie cosechada	0.12662	0.06462	1.96	0.300
Formalización	-0.463	1.078	-0.43	0.742
ley agricultura	-4.5	108.2	-0.04	0.973
año	17.5	126.6	0.14	0.913

S = 19.4440 R-cuad. = 99.6% R-cuad. (ajustado) = 97.6%

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	5	94660	18932	50.08	0.107
Error residual	1	378	378		
Total	6	95038			

Fuente	GL	SC	Sec.
PBI	1	88883	
Superficie cosechada	1	4333	
Formalización	1	1428	
ley agricultura	1	9	
año	1	7	

### Análisis de regresión: Otros vs. PBI, año

La ecuación de regresión es

$$\text{Otros} = 211 + 0.000013 \text{ PBI} + 0.18 \text{ año}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	211.05	11.61	18.18	0.000
PBI	0.00001312	0.00003474	0.38	0.725
año	0.184	1.408	0.13	0.902

S = 0.525242 R-cuad. = 92.8% R-cuad. (ajustado) = 89.3%

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	2	14.3251	7.1625	25.96	0.005
Error residual	4	1.1035	0.2759		
Total	6	15.4286			

Fuente	GL	SC	Sec.
PBI	1	14.3203	
año	1	0.0047	

### Análisis de regresión: incineragas vs. PBI 2, AÑO 2

La ecuación de regresión es

$$\text{incineragas} = -2784.1 + 0.008145 \text{ PBI 2} + 0.03161 \text{ AÑO 2}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constante	-2784.1	672.3	-4.05	0.027
PBI 2	0.008145	0.001245	6.46	0.008
AÑO 2	0.03161	760.3	2.65	0.118

S = 147.339 R-cuad. = 93.3% R-cuad. (ajustado) = 91.1%

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	2	905845	905845	41.73	0.008
Error residual	2	65126	21709		
Total	4	970971			

## Oferta de servicio de incineración

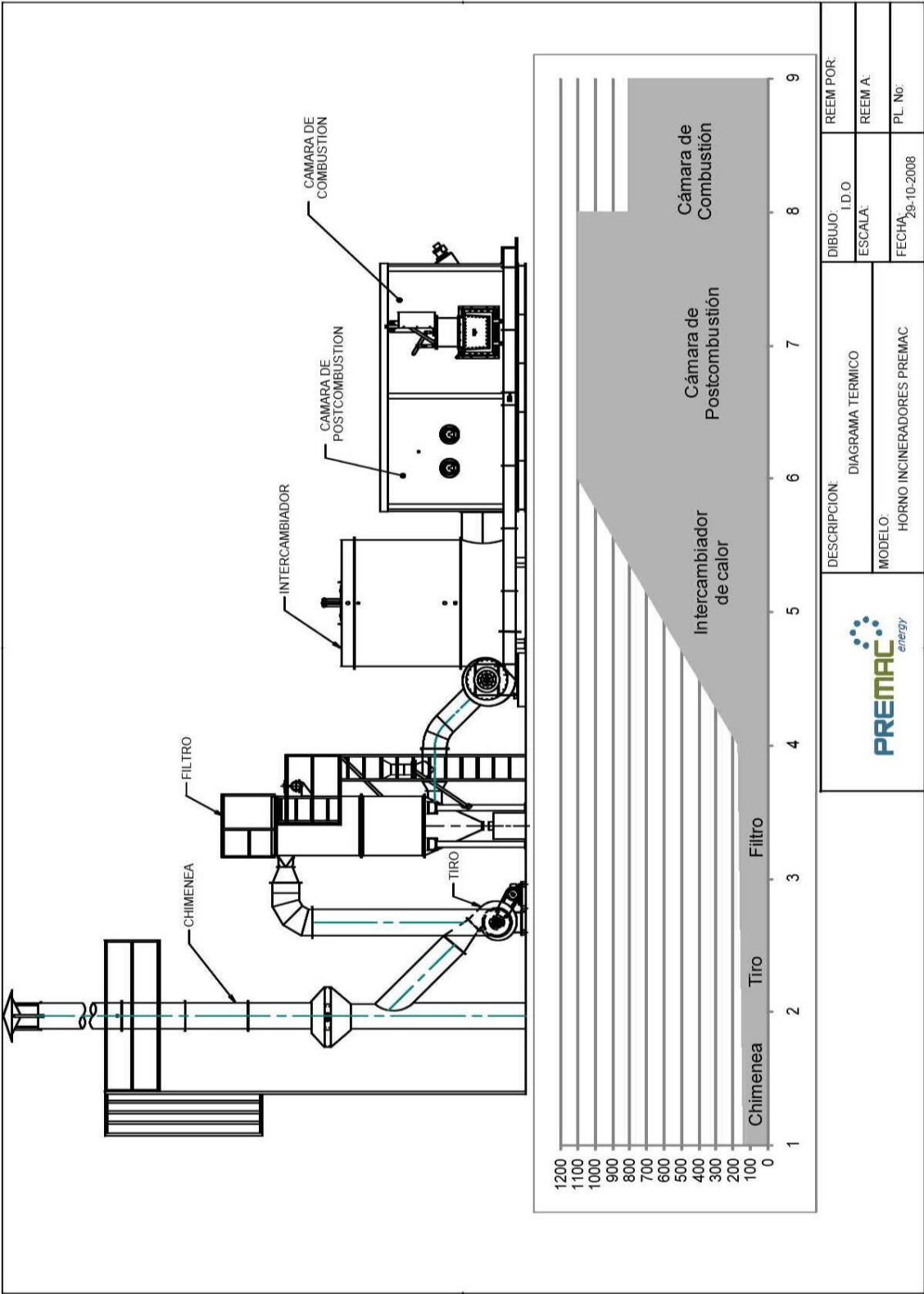
Befesa Perú s.a.



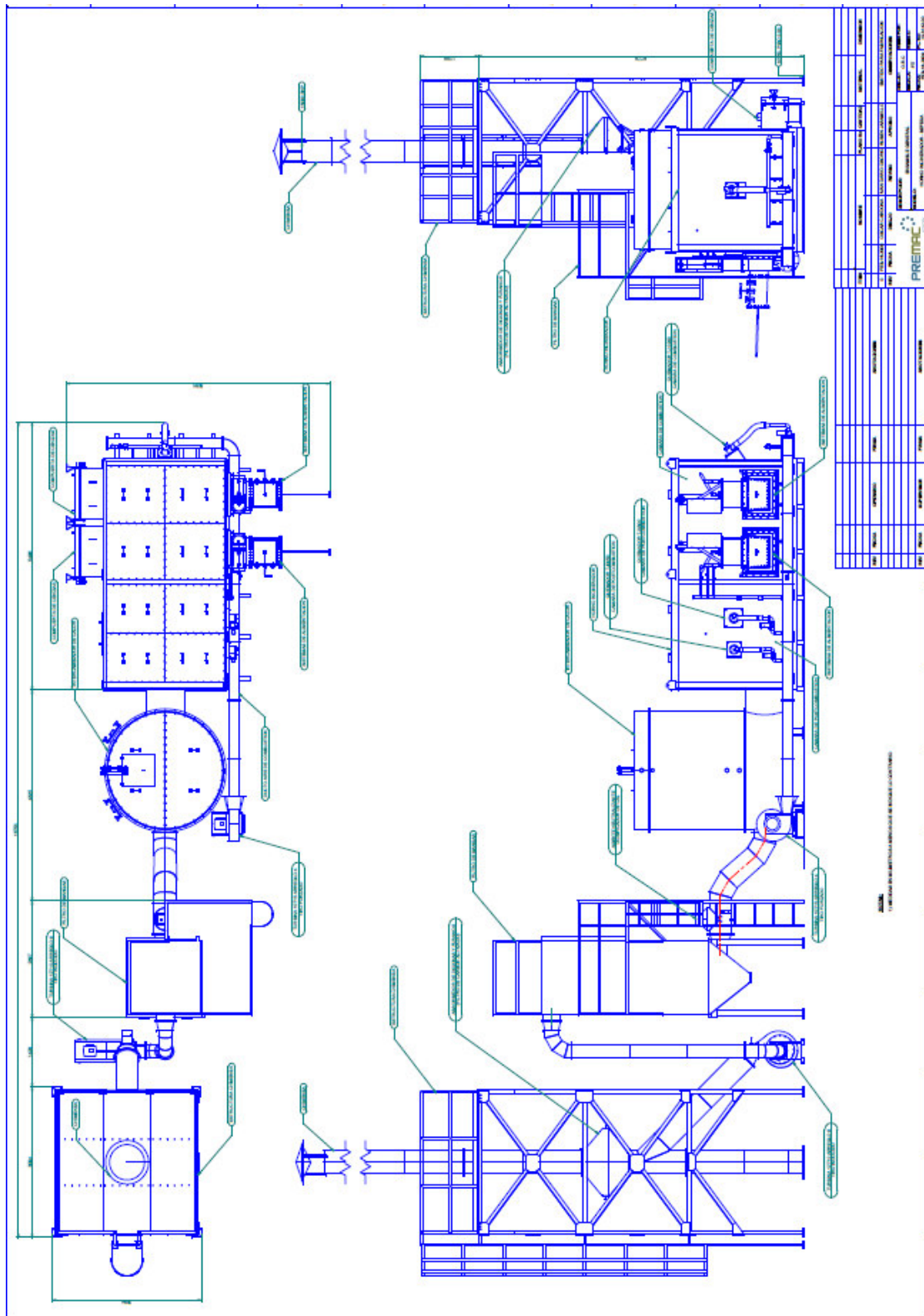
## VII



ANEXO 5: Diagrama térmico



## ANEXO 6: Ensamble general del horno incinerador



<p>EFAMEINSA Corporación Efameinsa e Ingeniería S.A.</p>	<p>FECHA 00/00/00</p>	
	<p>INICIALES 000</p>	<p>000</p>
<p>CLIENTE</p>	<p>TÍTULO</p>	
<p>BEFESA PERÚ S.A.</p>	<p>DEPOSITO ALIMENTACION DE AGUA CALDERA DE VAPOR</p>	

ANEXO 8: Ensamble general del horno incinerador

Planta de Incineración (situación actual)	inversión	vida útil	valor de rescate	depreciación / apreciación (S/.)
<b>Equipos</b>	<b>S/. 2,168,820.00</b>			<b>S/. -113,990.65</b>
Incinerador, sistema de lavado de gases	S/. 1,902,370.00	20 años	S/. 190,237.00	S/. -85,606.65
Intercambiador de calor	S/. 32,000.00	2 años	S/. -	S/. -16,000.00
Aero enfriador	S/. 99,200.00	20 años	S/. 9,920.00	S/. -4,464.00
Equipos de control (Monitoreo de gases)	S/. 40,750.00	10 años	S/. 4,075.00	S/. -3,667.50
Equipo de trituración	S/. 94,500.00	20 años	S/. 9,450.00	S/. -4,252.50
<b>Infraestructura</b>	<b>S/. 831,559.50</b>			<b>S/. -24,279.03</b>
Plataforma impermeabilizada, losa de concreto, techado tipo galpón	S/. 89,750.00	30 años	S/. -	S/. -2,991.67
Poza de abastecimiento de agua, sistema de enfriamiento,	S/. 94,250.00	20 años	S/. -	S/. -4,712.50
Oficinas de control y vigilancia	S/. 54,750.00	20 años	S/. -	S/. -2,737.50
Sistema ablandador de agua	S/. 16,982.00	20 años	S/. 1,698.20	S/. -764.19
Cerco de seguridad	S/. 36,300.00	20 años	S/. -	S/. -1,815.00
Sistema de abastecimiento de gas GLP	S/. 245,050.00	20 años	S/. -	S/. -12,252.50
otras instalaciones	S/. 98,000.00	20 años	S/. -	S/. -4,900.00
terreno	S/. 196,477.50			S/. 5,894.33
	<b>S/. 3,000,379.50</b>			<b>S/. -138,269.68</b>

Incrementales por Proyecto	inversión	vida útil	valor de rescate	depreciación / apreciación (S/.)
<b>Equipos</b>	<b>S/. 2,374,000.00</b>			<b>S/. -108,445.00</b>
incinerador (horno+filtro de mangas)	S/. 1,879,000.00	20 años	S/. 187,900.00	S/. -84,555.00
Aero enfriador	S/. 95,000.00	20 años	S/. 9,500.00	S/. -4,275.00
Equipos de control (Monitoreo de gases)	S/. 28,000.00	10 años		S/. -2,800.00
caldera de vapor	S/. 200,000.00	20 años	S/. 20,000.00	S/. -9,000.00
turbina de vapor	S/. 75,000.00	20 años	S/. 7,500.00	S/. -3,375.00
generador eléctrico	S/. 82,000.00	20 años	S/. 8,200.00	S/. -3,690.00
otras instalaciones	S/. 15,000.00	20 años		S/. -750.00
				<b>S/. -108,445.00</b>

situación incluido el proyecto	inversión	vida útil	valor de rescate	depreciación / apreciación (S/.)
Depreciación anual acumulado inc. Proyecto	S/. 5,374,379.50			S/. -246,714.68
				<b>S/. -246,714.68</b>